



# **Implementação de Uma Ferramenta de Programação Avançada da Produção Numa Empresa de Tintas**

*Tiago Aníbal Vieira Mimoso*

**Dissertação de Mestrado**

Orientador na FEUP: Prof. Eduardo José Rego Gil Costa



**Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

2018-01-22

*Aos meus pais*  
*Aos meus irmãos*

## Resumo

As dificuldades são inúmeras num mercado que de dia para dia exige mais das empresas que nele operam. Dada esta realidade de mercado cada vez mais competitiva, é de vital importância que as empresas apostem cada vez mais na melhoria dos seus processos produtivos. As soluções para se manterem competitivas e concorrentes passam por modernizar os seus processos produtivos através de diversos tipos de soluções, como os sistemas *Advanced Planning and Scheduling*, que utilizam para o escalonamento das ordens de produção. Este tipo de sistemas permite uma melhor utilização da capacidade produtiva, uma redução do *Work in Process* (WIP), uma redução de *Lead Time*, entre muitas outras melhorias. O aumento da produtividade e a melhoria do nível de serviço são duas razões bastante fortes que levam as empresas a procurar sistemas deste tipo, pois, sabem que estão a viabilizar a sua organização no longo prazo. A presente dissertação centra-se no processo de escalonamento da produção, numa empresa que atua no mercado das tintas e vernizes, a CIN.

As necessidades de um melhor aproveitamento dos recursos produtivos das unidades fabris da CIN são elevadas e através da implementação de um sistema avançado de programação da produção pretende-se suprir estas carências.

No presente projeto de dissertação foram analisados os problemas decorrentes da implementação de uma ferramenta de programação avançada da produção *Advanced Planning and Scheduling* numa unidade fabril de produção de tintas da CIN, tendo sido identificados os vários problemas existentes no método até então utilizado para efetuar o escalonamento da produção, resultante da inexistência de controlo sobre a real capacidade dos recursos da empresa, especialmente do sub-recurso homem que não era considerado, contribuindo para a diminuição da eficiência do sistema produtivo.

Depois de efetuado todo o trabalho de parametrizações/ajustes necessários à implementação do sistema, foi instalado um protótipo do sistema num dos computadores da empresa de modo a proceder à validação dos *outputs* por este gerados. O processo de implementação e validação da solução foi acompanhado ao longo do presente projeto, tendo sido identificados, analisados e corrigidos os vários problemas que foram ocorrendo.

À data de conclusão deste projeto a ferramenta encontra-se na fase de validação, sendo previsível a sua entrada em funcionamento até ao final do primeiro semestre de 2018.

# **Implementation of an Advance Production Scheduling Tool in a Paint Company**

## **Abstract**

The difficulties are many in a market that everyday demands more from the companies that operate in it. Given the increasingly competitive market reality, it is crucial for companies to invest on improving their production processes. To remain competitive, the key is to update their production processes through various types of systems. Such as Advanced Planning and Scheduling systems, which are used for scheduling production orders. This kind of systems allows a more reasonable utilization of productive capacity, a reduction of Work in Process (WIP), a reduction of Lead Time, among many other improvements.

Increasing productivity and improving the service level are two of the main reasons why companies are looking for this type of systems. In fact, they know they are making their organization viable for a long term.

The present dissertation focuses on the process of scheduling production, in a company that operates in the paint and varnish market, CIN. The need to make better use of the productive resources of CIN's manufacturing units is high. Thus, through the implementation of an advanced production scheduling system we intend to meet these needs.

The aim of this work is to analyze the implementation of an advanced programming tool for Advanced Planning and Scheduling production in one paint factory of the company. During this work, it was possible to identify innumerous problems that existed in the method used previously to carry out the production scheduling. Such as the lack of control over the real capacity of the resources of the company. Specifically the human sub-resource was not being considered, contributing to the efficiency decrease of the production system.

When all the necessary parameterization and adjustments to implement the system were done, a system prototype was installed on one of the company's computers, in order to validate the outputs generated by the system. The process of implementation and validation of the solution was followed during the present project. The several problems that occurred were identified, analyzed and corrected.

At the conclusion date of this project, the tool is in the validation phase, and it is expected that it will become operational by the end of the first half of 2018

## Agradecimentos

Ao Engenheiro Pedro Cruz, meu orientador na CIN, por toda a paciência, apoio, disponibilidade e conhecimento que me transmitiu ao longo deste projeto.

Ao Engenheiro Luís Guardão e ao Paulo Barreira por toda a paciência e colaboração fundamental que me deram na concretização deste projeto.

Ao meu orientador na FEUP, Professor Eduardo Gil da Costa, por toda a ajuda e interesse demonstrado pela minha dissertação.

Ao Horácio Barradas por toda a paciência e colaboração fundamental que me deu na concretização deste projeto. A toda a equipa do Planeamento e Direção de Produção da CIN pela paciência que demonstraram para me insinar e especialmente por tão bem me terem recebido.

Aos meus pais, Otília e Aníbal Mimoso, e aos meus irmãos, Cristiano e Raul Mimoso por todo o amor, apoio, compreensão, força e ânimo entregues no decorrer desta etapa da minha vida, particularmente no decorrer da elaboração deste trabalho e pelo contributo para o sucesso da minha educação.

A todos os meus amigos por todo o apoio, compreensão e otimismo que me transmitiram ao longo desta fase e sempre.

Por fim, a todos os que contribuíram para a elaboração desta dissertação, de forma intelectual ou emocional, reitero a minha consideração e eterna gratidão.

# Índice de Conteúdos

1	Introdução .....	1
1.1	Apresentação da Corporação Industrial do Norte (CIN) .....	1
1.2	Âmbito e Objetivos do Projeto .....	3
1.3	Metodologia Adotada Para o Projeto .....	3
1.4	Estrutura da Dissertação .....	3
2	Enquadramento Teórico .....	5
2.1	Planeamento e Controlo da Produção .....	5
2.2	Estrutura de Um Sistema de Planeamento e Controlo da Produção .....	6
2.3	Fatores de Decisão No Planeamento e Controlo da Produção .....	7
2.3.1	Capacidade Produtiva .....	7
2.3.2	Sequenciamento e Regras de Sequenciamento .....	8
2.3.3	Tipos de Programação .....	8
2.4	Sistemas de Gestão da Produção .....	9
2.4.1	Perspetiva Histórica .....	9
2.4.2	<i>Material Requirements Planning</i> .....	10
2.4.3	<i>Manufacturing Resource Planning</i> .....	11
2.4.4	<i>Enterprise Resource Planning</i> .....	12
2.4.5	<i>Manufacturing Execution Systems</i> .....	12
2.4.6	<i>Advanced Planning Systems</i> ou <i>Advanced Planning Scheduling</i> .....	13
2.4.7	Questões a considerar na implementação de um sistema APS .....	16
2.5	Testes Aplicacionais e Validação de Software .....	17
2.5.1	Verificação e Validação .....	17
2.5.2	Tipos de Testes .....	18
2.5.3	Método de Testes .....	19
2.5.4	Processo/Métodos de Testes Aplicacionais .....	19
2.5.5	Técnicas de Teste .....	19
3	Apresentação do Problema .....	21
3.1	Fábrica Piloto .....	21
3.2	Produto Acabado vs Produto Intermédio .....	22
3.3	Codificação dos Produtos .....	23
3.4	Ordem de Fabrico e Talão de Enchimento .....	23
3.5	Codificação atribuída aos diferentes estados das Ordens de Fabrico .....	24
3.6	Codificação atribuída às Operações de Fabrico: .....	24
3.7	Processo Produtivo .....	25
3.8	Sistemas de informação utilizados .....	25
3.9	Planeamento da Produção .....	28
3.10	Escalonamento da Produção .....	29
3.11	Problemas do método de escalonamento atual .....	29
3.12	Escolha do novo Sistema para a Programação da Produção .....	30
4	Implementação e Validação de Uma Ferramenta de Programação Avançada da Produção .....	32
4.1	<i>Software</i> a implementar: SOFTINOV APS .....	32
4.2	Implementação do SOFTINOV APS na CIN .....	34
4.2.1	Metodologia Utilizada .....	34
4.2.2	Equipa de implementação .....	35
4.2.3	Integração do sistema .....	36
4.2.4	Validação dos ficheiros de <i>interface</i> .....	38
4.2.5	Manual de apoio à <i>interface</i> .....	39
4.2.6	Parametrização dos Centros de Trabalho .....	40
4.2.7	Bloqueio e desbloqueio de tanques .....	41
4.2.8	Ajuste do rendimento teórico das operações de Moagem e Enchimento .....	42
4.3	Instalação e configuração do protótipo .....	43

4.3.1	Introdução dos dados.....	43
4.3.2	Manual do Utilizador .....	44
4.3.3	Gerar um plano de produção com o APS .....	45
4.4	Testes de protótipo.....	46
5	Conclusão e perspectivas de trabalhos futuros .....	49
	Referências .....	50
ANEXO A:	Representação Esquemática do Processo Produtivo da CIN .....	53
ANEXO B:	Nomenclatura Utilizada no <i>Software</i> Softinov APS .....	54
ANEXO C:	Centros de Trabalho Fábrica de Brancos .....	58
ANEXO D:	Identificação de Erros no Protótipo e Proposta de Melhoria .....	65



## Siglas

**APICS** – American Production and Inventory Control Society

**APS** – *Advanced Planning and Scheduling* ou Sistema de Planeamento e Programação Avançado

**ATP** – *Available-to-Promise*

**BOM** – *Bill of Materials* ou Lista de Material

**CRP** – *Capacity Requirements Planning* ou Planeamento da Capacidade de Recursos

**ERP** – *Enterprise Resource Planning*

**FCS** – *Finite Capacity Scheduling* ou Sistemas de Programação com Capacidade Finita

**IT** – *Information Technology* ou Tecnologia de Informação

**JIT** – *Just-in-Time*

**MES** – *Manufacturing Execution Systems*

**MPS** – *Master Production Scheduling*

**MRP** – *Material Requirements Planning*

**MRP II** – *Manufacturing Resources Planning*

**MTO** – Make-to-Order

**MTS** – Make-to-Stock

**OF** – Ordem de Fabrico

**PCP** – Planeamento e Controlo da Produção

**PDP** – Planeamento Diretor da Produção

**SAD** – Sistemas de Apoio à Decisão

**SFC** – *Shop Floor Control*

**SQL** – *Structured Query Language* ou Linguagem de Consulta Estruturada

**SKU** – *Stock Keeping Unit*

**TE** – Talão de Enchimento

**TOC** – Teoria das Restrições

**WIP** – *Work-in-Process*

## Índice de Figuras

Figura 1-Constituição do Grupo CIN .....	2
Figura 2-Hierarquia do PCP (adaptado de Vollmann, Berry, e Whybark (1997)) .....	6
Figura 3-Programação para a frente e para trás .....	9
Figura 4-Funcionalidades dos sistemas MES (Adaptado de Saenz de Ugarte, Artiba, e Pellerin (2009)) .....	13
Figura 5- Estrutura de um sistema APS (Adaptado de Stadtler e Kilger, 2004) .....	14
Figura 6- Modelo em V (ESA Board for Software Standardisation and Control, 1995) .....	18
Figura 7-Modelo de Protótipo (Adaptado de Pressman (2009)) .....	19
Figura 8-Localização da fábrica C3 na planta da CIN Maia .....	21
Figura 9-Linha de fabrico da unidade 3.....	22
Figura 10-Linha de enchimento da unidade 3 .....	22
Figura 11-Exemplo de Codificação de um Produto Acabado .....	23
Figura 12-Exemplo de Codificação de um Produto Intermédio.....	23
Figura 13-Ordem de Fabrico de um Produto Acabado.....	23
Figura 14-Ordem de Enchimento de um Produto Acabado .....	24
Figura 15-Ecrã de consulta do SFC .....	26
Figura 16-Ecrã inicial do ASW .....	26
Figura 17-Ecrã principal da aplicação "OF_Programação" .....	27
Figura 18- Ecrã do submenu "Selecionar OF-C3" da aplicação "OF_Programação" .....	27
Figura 19-Ecrã da aplicação "Prog_Fabricos" .....	28
Figura 20-Prioritização de referências dos produtos <i>make-to-stock</i> e <i>make-to-stock</i> .....	29
Figura 21-Gantt de Recursos .....	33
Figura 22-Gantt de Ordens de Produção .....	33
Figura 23-Plano de ações APS .....	35
Figura 24-Intervenientes na implementação do sistema APS .....	35
Figura 25-Representação da comunicação entre sistemas.....	36
Figura 26-Manual de Apoio à <i>Interface</i> .....	39
Figura 27-Parametrização dos Centros de Trabalho da Fábrica de Brancos .....	41
Figura 28-Bloqueio/Desbloqueio dos tanques.....	42
Figura 29-Consultar/Classificar diferenças de tempo no rendimento do enchimento.....	43
Figura 30-Manutenção de Calendários .....	44
Figura 31-Manutenção dos turnos de trabalho .....	44
Figura 32-Manual do Utilizador .....	45
Figura 33-Importar dados .....	46
Figura 34-Barra de Tarefas do Menu Principal .....	46
Figura 35-Plano de produção gerado pelo APS.....	46

Figura 36 – <i>Template</i> utilizado para documentar um problema encontrado .....	47
--	----

## 1 Introdução

As condições de competitividade económica fazem da gestão da produção cada vez mais um elemento fundamental na estratégia de uma empresa.

Atualmente, as empresas atingem velozmente a fase em que o excesso de oferta gera uma forte concorrência entre as empresas face a clientes cada vez mais exigentes. Esta competitividade obriga a empresa a (Courtois et al., 1997):

- Uma otimização dos custos;
- Uma qualidade irrepreensível;
- *Lead Time* curtos e respeitados;
- Uma renovação de produtos cuja vida útil se torna mais curta;
- Uma adaptabilidade à evolução da conceção dos produtos e das técnicas de fabrico.

Estes pontos levam a preocupações de estratégia industrial e de um controlo rigoroso da gestão (Courtois et al., 1997).

As empresas atuam em mercados cada vez mais exigentes e competitivos, necessitando de produzir mais com menor custo e com melhor qualidade. Estes mercados complexos obrigam que o processo de tomada de decisão seja rápido, sendo o investimento em sistemas de informação uma das formas de alcançar estes objetivos.

Os sistemas *Advanced Planning and Scheduling* (APS) são definidos como sistemas de apoio à decisão, que fazem uso de algoritmos matemáticos avançados, permitindo obter a melhor sequência de produção de acordo com as restrições estabelecidas, logo têm um papel fundamental neste contexto.

Este projeto de dissertação foi realizado em ambiente empresarial na empresa CIN - Corporação Industrial do Norte S.A., no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, opção Gestão da Produção, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Neste primeiro capítulo começa-se por contextualizar a presente dissertação, nomeadamente a apresentação da empresa na qual o projeto decorreu, as metodologias e objetivos definidos, e por último a forma como esta está estruturada.

### 1.1 Apresentação da Corporação Industrial do Norte (CIN)

O Grupo CIN teve a sua origem em 1917 com a fundação da Companhia Industrial do Norte, SARL, que tinha como principal atividade a produção de tintas, vernizes, sabões e óleos. No entanto, aquela que é hoje em dia a empresa-mãe deste Grupo CIN - Corporação Industrial do Norte S.A. apenas foi constituída em 1926. A CIN dedica a sua atividade a vários segmentos de mercado: decorativos, indústria, anti corrosão e acessórios, cada um com um peso distinto no mercado onde a CIN está inserida.

O grupo CIN é constituído por oito empresas que produzem e comercializam as suas tintas e vernizes e que estão distribuídas em cinco países diferentes, nomeadamente Portugal,

Espanha, França, Moçambique e Angola. A Figura 1 mostra as várias empresas que constituem o grupo.



Figura 1-Constituição do Grupo CIN

Atualmente o Grupo CIN é considerado uma referência no mercado ibérico de tintas e vernizes ocupando o 56º lugar no ranking mundial de produtores de tintas e vernizes, segundo a *Coatings World Magazine* de 2014, sendo líder ibérico do setor desde 1995, e líder em Portugal desde 1992. Conta com 10 fábricas em 2 continentes (Europa e África), 8 centros de I&D e laboratórios, uma rede de mais de 100 lojas próprias para além de franchisados, concessionados e revendedores autorizados e emprega mais de 1000 colaboradores em todo o mundo. Exporta também para vários mercados da Europa Central e da América Latina.

Este sucesso foi fruto de uma forte política de crescimento e expansão levada a cabo pela empresa ao longo dos últimos anos que tem por base as seguintes premissas:

- Desenvolvimento de produtos que antecipem necessidades dos consumidores;
- Aquisições que garantam sinergias efetivas;
- Reforço do negócio nos mercados da Europa do Sul e Norte de África;
- Modificação constante dos processos de forma a ser reconhecida como criadora de valor.

A vasta gama de produtos comercializados pelo grupo CIN é uma das principais vantagens competitivas do grupo. A CIN é detentora de várias marcas (CIN, Sotinco, NITIN e Barnices Valentine) e continua a complementar a sua oferta estabelecendo ligações a nível internacional, traduzidas em licenças de fabrico, comercialização e outras de natureza distinta, destacando-se atualmente:

- Harpo;
- Preiss - Daimler FibreGlass AB;
- Tambour Limited.

Alem disso, a CIN conta ainda com parceiros em África, na América do Sul e na Ásia que a apoiam com *know-how* específico.

O projeto de mestrado descrito no presente documento foi integrado no setor de Direção de Operações da CIN, mais precisamente na Direção de Produção.

A direção de operações é a responsável pela Engenharia Industrial, Produção, Distribuição, Planeamento da Produção e Manutenção, tendo a seu cargo as seguintes funções:

- Escalonamento da Produção;
- Execução e Controlo da Produção.

## 1.2 Âmbito e Objetivos do Projeto

A presente dissertação encontra-se inserida num projeto de renovação tecnológica iniciado pela empresa, denominado CIN Maia Revamp. Este projeto encontra-se dividido em várias fases e, nesta primeira fase, o objetivo alvo é a melhoria dos processos de produção, decidindo, para esse efeito, implementar um SI que irá permitir um aumento da produtividade das suas instalações através da otimização do plano de produção.

Para isso, a CIN adquiriu recentemente uma solução *Advanced Planning & Scheduling* (APS) de planeamento e escalonamento avançado de produção para a sua fábrica piloto (CIN MAIA REVAMP – FASE I). O objetivo do presente projeto de dissertação em ambiente empresarial consiste na implementação desta ferramenta na unidade 3 da CIN Maia. Com a implementação deste sistema espera-se o aumento da capacidade de produção, a redução do WIP “*Work-In-Process*”, o aumento da eficiência dos equipamentos e a diminuição do *lead time*.

De modo a atingir estes objetivos gerais é necessário criar uma *interface* para a integração do APS com os restantes SI implementados na empresa e proceder às parametrizações necessárias para a implementação do *software*. Logo, torna-se fundamental ajustar, no decorrer do processo, o SI à realidade da fábrica, assim como os métodos operacionais ao SI.

O sucesso deste projeto passará por criar um ambiente de cooperação entre os vários intervenientes, garantindo que este projeto resulte numa mais-valia para a empresa. Ao mesmo tempo, será também muito importante reconhecer as dificuldades de implementação e, desse modo, contribuir para o aumento da eficiência e fiabilidade do sistema.

## 1.3 Metodologia Adotada Para o Projeto

A metodologia subjacente ao desenvolvimento deste projeto foi a seguinte:

- Diagnóstico da situação inicial
- Criação da *interface* entre o *software* adquirido e o ERP e MES da empresa;
- Validação dos ficheiros de *interface*;
- Realização das parametrizações necessárias para o correto funcionamento do novo sistema;
- Instalação do protótipo;
- Elaboração de um Manual de Utilização do *software* implementado;
- Testes de validação do protótipo;

Caso esta primeira fase ocorra com sucesso, o projeto segue o seguinte caminho:

- Formação dos colaboradores para o uso desta nova ferramenta;
- Expansão do sistema às restantes fábricas presentes na CIN Maia.

## 1.4 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos: introdução, enquadramento teórico, apresentação do problema, implementação e validação de uma ferramenta de programação avançada da produção, e por fim a conclusão.

Neste primeiro capítulo, foi realizada uma introdução ao tema da dissertação e apresentada a empresa onde esta se desenvolveu. Foi também feito o enquadramento do projeto, definidos os objetivos e identificada a estrutura da tese.

No segundo capítulo, é efetuada uma contextualização teórica dos conceitos e metodologias aplicadas ao longo do projeto.

No terceiro capítulo, é feito um enquadramento do projeto na estrutura na CIN MAIA, são apresentados alguns conceitos internos à CIN relevantes para o tema, é descrito o processo

produtivo da empresa, passando depois para a apresentação da situação encontrada aquando do início do projeto e os principais problemas detetados.

No capítulo 4, é apresentado o sistema APS escolhido. Em seguida, é exposta a metodologia seguida para a implementação do sistema, realizando-se uma descrição de todo o processo de implementação.

No capítulo 5, são apresentadas as conclusões gerais e algumas sugestões para futuro desenvolvimento.

## 2 Enquadramento Teórico

Este capítulo tem como objetivo enquadrar o presente projeto na literatura relevante. Assim apresenta-se o conceito da tarefa de planeamento e controlo da produção e a respetiva estrutura, bem como os fatores de decisão mais relevantes dessa tarefa. Além disso são abordados os diferentes sistemas de gestão da produção e os testes aplicacionais e técnicas de validação que permitem a validação do *software* a implementar.

### 2.1 Planeamento e Controlo da Produção

O planeamento e o controlo são tarefas fulcrais para o bom desempenho do sistema produtivo de uma empresa. É importante, em primeiro lugar, fazer a distinção entre planeamento e controlo uma vez que esta nem sempre é clara. Existem alguns atributos gerais que ajudam a distinguir um do outro.

O planeamento consiste na formalização daquilo que se prevê que aconteça em algum momento no futuro, ou seja, determina quando produzir e comprar matérias-primas, e em que quantidades, de modo a satisfazer, da melhor maneira, a procura planeada (previsões e/ou encomendas reais) pelo produto acabado (Salvendy, 2001). Já o controlo da produção é a função de gestão que dirige ou regula o movimento de materiais ao longo de todo o ciclo de fabrico, desde a requisição da matéria-prima até à entrega do produto acabado (Pittman, Blackstone, e Atwater, 2016). Basicamente, o planeamento introduz um conjunto de intenções, e o controlo é constituído pelo conjunto de ações que visam cumprir o plano da melhor maneira possível.

Segundo Porter et al. (1996), os termos Planeamento e Controlo da Produção (PCP) são geralmente utilizados para descrever processos relacionados com planeamento de capacidade, planeamento da necessidade de matérias-primas, controlo do chão da fábrica e lançamento e controlo de ordens de fabrico. O planeamento e controlo de produção procuram estabelecer a reconciliação entre as exigências do mercado e aquilo que os recursos produtivos podem oferecer. As atividades de planeamento e controlo providenciam os sistemas, os procedimentos e as decisões que juntam os diferentes aspetos da oferta e da procura. A finalidade é sempre a mesma – estabelecer uma ligação entre a oferta e a procura que assegure o funcionamento eficiente e efetivo das operações e a produção de produtos e serviços que correspondam às exigências dos clientes (Vollmann, Berry, e Whybark, 1997).

O PCP desempenha um papel importante em ambientes competitivos, respondendo imediatamente de modo a alcançar um nível de desempenho superior, uma melhor utilização dos recursos e o menor desperdício de material (Al-Tahat e Bataineh, 2012).

Os sistemas de planeamento e controlo de produção (PCP) são os principais mecanismos de controlo que relacionam a produção e o desempenho logístico de uma empresa com a procura do mercado. Segundo Vollmann, Berry, e Whybark (1997), estes sistemas podem ser identificados como sendo um sistema de informação que providencia informação para a eficiente gestão do fluxo de materiais, para uma eficaz utilização da mão-de-obra e equipamentos, para a coordenação das atividades internas com as dos fornecedores, e para a



intercomunicação com os consumidores acerca dos requisitos do mercado. A principal tarefa destes sistemas é planejar, iniciar e monitorizar as operações e, no caso da ocorrência de desvios imprevistos, ajustar as ordens ou os planos de produção. O PCP tem um papel importante na procura contínua de melhorias na utilização dos recursos de produção e procura planejar e controlar a produção de modo a que a empresa atinja os requisitos de produção com a maior eficiência possível (Botelho De Sousa et al., 2014).

## 2.2 Estrutura de Um Sistema de Planeamento e Controlo da Produção

O sistema de planeamento e controlo da produção pode ser considerado como a ligação primária entre o nível estratégico de uma empresa e os níveis mais baixos.

Segundo Vollmann, Berry e Whybark (1997) as decisões relativas ao planeamento e controlo da produção organizam-se em 4 diferentes níveis hierárquicos que consideram horizontes de planeamento e níveis de detalhe distintos. Estes níveis podem ser classificados como:

- Planeamento da produção (longo prazo);
- Planeamento diretor da produção (médio prazo);
- Planeamento das necessidades de materiais e capacidade (curto prazo);
- Controlo fabril (muito curto prazo).

A Figura 2 representa uma visão geral da hierarquia do PCP.

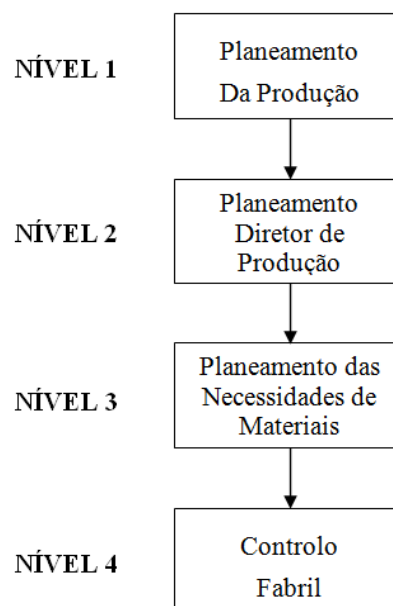


Figura 2-Hierarquia do PCP (adaptado de Vollmann, Berry, e Whybark (1997))

O primeiro nível reporta-se ao Planeamento da Produção, também muitas vezes designado como Planeamento Agregado da Produção. Este plano é responsável pela criação do Plano de Produção, onde estão refletidas decisões estratégicas da empresa, tais como intenções de produção, metas e objetivos que a empresa espera alcançar, normalmente para o horizonte temporal de um ano.

O Planeamento da Produção define, para um determinado horizonte temporal (normalmente, de 1 a 2 anos), o volume a produzir, em termos agregados, no decorrer desse período. Este plano vem descrito em unidades agregadas uma vez que, para este horizonte, o planeamento é baseado em previsões de procura em termos agregados (ex: total euros/mês, toneladas/mês, etc.), ou seja, ainda não são conhecidas encomendas para produtos específicos. Paralelamente

ao Planeamento da Produção, neste mesmo nível, existe o Planeamento de Recursos. Este planeamento indica a capacidade produtiva necessária para cumprir com o plano, podendo referir-se a máquinas, espaço fabril, mão-de-obra, etc.

No segundo nível encontra-se o Planeamento Diretor de Produção (PDP), também designado como *Master Production Scheduling* (MPS). Este plano é responsável pela geração do plano diretor de produção individual para os produtos a produzir pela empresa. Ao contrário do nível anterior, que apresenta um planeamento a longo prazo, este apresenta um planeamento a médio prazo, normalmente para um horizonte temporal de 6 meses. Também contrastando com o nível anterior, este planeamento é baseado na procura real para cada um dos produtos, ou seja, este planeamento já não vem expresso em unidades agregadas, mas sim em unidades de produtos específicos. Este nível apresenta uma postura mais operacional, uma vez que já lida com encomendas. Para além disso, é neste nível que ocorre a transformação das encomendas em ordens de produção dos produtos acabados. Esta transformação é função das encomendas, dos prazos de entrega acordados com os clientes, da política de produção, das existências e também da disponibilidade de capacidade. Paralelamente ao Planeamento Diretor de Produção vem o Planeamento Diretor de Capacidades, cuja função é analisar a existência, ou não, de capacidade, para cumprir o que foi estabelecido no PDP.

O terceiro nível diz respeito ao grupo de sistemas para levar em diante o planeamento detalhado de materiais e capacidade. O programa diretor de produção remete a informação diretamente para o módulo de planeamento detalhado de materiais. No caso de empresas em que a variedade de produtos é limitada, estas podem especificar taxas de produção para criar esses planos. Por outro lado, no caso de empresas onde existe uma enorme variedade de produtos, cada um constituído por vários componentes, o planeamento detalhado de materiais pode recorrer a uma lógica formal à qual se dá o nome de *Material Requirements Planning* (MRP). O MRP faz planos, período a período, para todos os componentes e matérias-primas necessárias na produção dos produtos listados no PDP.

No último nível vem o controlo da execução dos planos abordados no nível anterior. Esta função é a responsável pela programação dos fabricos e pelo controlo da produção de mais baixo nível que muitas vezes é feito em tempo real. Este nível comporta decisões ao nível da máquina como, por exemplo, definir o sequenciamento de fabricos numa determinada máquina. É o sistema de controlo fabril que estabelece as prioridades para todas as ordens de produção em cada centro de trabalho de modo a que essas ordens de produção sejam executadas com o máximo desempenho possível (Carlos e Pires, 2004).

## 2.3 Fatores de Decisão No Planeamento e Controlo da Produção

Segundo Slack, Chambers, e Johnston (2002), as decisões a serem tomadas no PCP devem considerar uma relação adequada entre a produção e a procura, no sentido de que, dentro da disponibilidade de recursos, seja produzida a quantidade adequada, no tempo apropriado e com a qualidade esperada. Posto isto, torna-se essencial considerar três atividades na tomada de decisões, sendo decisivas para viabilizar o PCP de uma empresa:

- Capacidade;
- Sequenciamento;
- Programação.

### 2.3.1 Capacidade Produtiva

A capacidade produtiva consiste no volume máximo de peças/produtos e/ou serviços que podem ser produzidos por um dado centro de trabalho, num determinado período de tempo (Moreira, 2008). Existem dois conceitos principais relacionados com a capacidade produtiva: capacidade finita e capacidade infinita.

O conceito de capacidade finita indica a existência de um limite pré-estabelecido para a alocação de trabalhos a um centro de trabalho. A este limite dá-se o nome de capacidade de trabalho e pode ser definido por variáveis como o número de operários, a capacidade produtiva de uma máquina, horas de trabalho, etc. Sistemas baseados em capacidade finita irão ser abordados ao longo deste projeto.

Por outro lado, no caso de capacidade infinita não existe um limite máximo para a alocação de trabalhos a um centro de trabalhos, ou seja, o posto de trabalho tenta corresponder a todo o trabalho a ele alocado.

### 2.3.2 Sequenciamento e Regras de Sequenciamento

Quer se esteja a lidar com capacidade finita ou capacidade infinita, existe ainda a necessidade de tomar decisões quanto à sequência em que os trabalhos serão executados nos centros de trabalho disponíveis para a sua realização. Segundo Slack, Chambers, e Johnston (2002) sequenciamento consiste em determinar a ordem em que as várias operações serão tratadas.

Uma regra de sequenciamento consiste num procedimento que permite ordenar os fabricos, tendo por base um determinado parâmetro de modo a estabelecer prioridades nos fabricos. Estas regras visam alcançar um certo objetivo, expresso através de um certo critério de otimização para o problema em causa. Segundo Baker (1974), estas regras podem ser classificadas como estáticas ou dinâmicas, locais ou globais e simples ou combinadas. A seguir apresenta-se uma breve descrição de cada uma destas regras:

- **Regras estáticas:** regras em que a prioridade de afetação relativa dos trabalhos não varia com o tempo;
- **Regras dinâmicas:** ao contrário das regras estáticas, nas regras dinâmicas a prioridade de afetação relativa dos trabalhos no sistema varia no decorrer do tempo;
- **Regras locais:** regras que consideram apenas as prioridades de afetação dos trabalhos estabelecidas inicialmente na ordem de fabrico;
- **Regras globais:** a prioridade é definida tendo em consideração, além da informação local, a informação relativa a outros recursos;
- **Regras simples:** baseiam-se numa característica específica do trabalho a executar;
- **Regras combinadas:** consistem no uso combinado de duas ou mais regras simples.

### 2.3.3 Tipos de Programação

Após a escolha da sequência em que os trabalhos irão ser executados, é necessário programar, ou seja, atribuir um tempo de início e de fim às tarefas. Neste sentido, programar não é mais do que imputar as várias restrições da operação ao sequenciamento, datando-o no tempo.

Existem vários tipos de programação. Neste documento apenas serão abordados os tipos de programação mais utilizados na indústria, que correspondem à programação para a frente (*forward scheduling*) e programação para trás (*backwards scheduling*).

Segundo Kumar e Suresh (2006), a programação para a frente e a programação para trás podem ser definidas como:

- A Programação para a frente determina os tempos de início e término do próximo trabalho considerado prioritário, atribuindo-lhe o primeiro intervalo de tempo em que o centro de trabalho se encontrar disponível e, a partir desse momento, determina quando se dará a sua conclusão. Apresenta como vantagens a elevada ocupação dos operários e uma programação mais flexível;
- A Programação para trás determina as datas de início e de conclusão para os trabalhos em espera, atribuindo-os ao último intervalo de tempo disponível que permitirá que cada trabalho seja concluído apenas na data em que o produto acabado é necessário. Apresenta como vantagens a menor exposição ao risco, no caso de alterações na

encomenda pelo cliente, o menor custo com materiais, e tende a focar a operação nas datas acordadas com o cliente.

A Figura 3 apresenta uma explicação adicional destes dois tipos de programação.

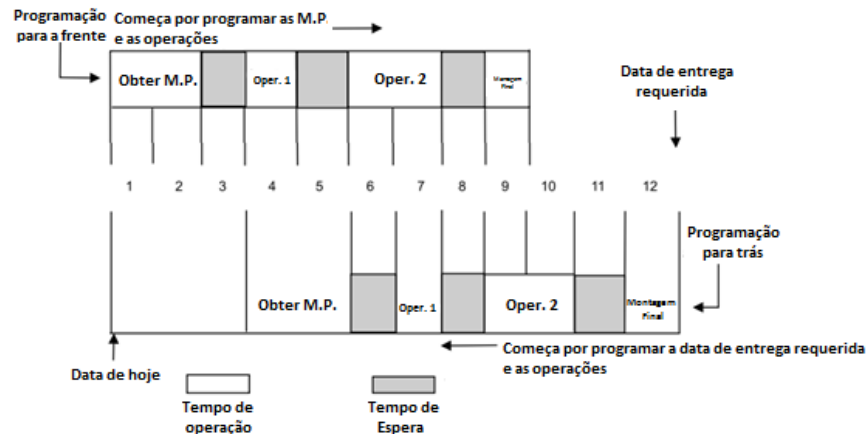


Figura 3-Programação para a frente e para trás

## 2.4 Sistemas de Gestão da Produção

Podem ser definidos como Sistemas de Gestão da Produção, aqueles que auxiliam no processo de tomada de decisão, quer a nível operacional quer a nível tático do planeamento e controlo da produção. Algumas destas ferramentas serão apresentadas nos subcapítulos seguintes, seguindo um critério de apresentação por ordem cronológica e por grau de evolução tecnológica.

### 2.4.1 Perspetiva Histórica

Técnicas de planeamento e controlo da produção rudimentares existem desde os primeiros passos da revolução industrial (Skinner, 1984). Para obter uma perspetiva histórica, é útil analisar a evolução destas técnicas.

No início dos anos 60, os computadores viram a sua capacidade de processamento substancialmente aumentada e o seu custo reduzido, viabilizando assim a introdução de sistemas informáticos na indústria. Foi então que Orlicky introduziu uma técnica nova designada por Planeamento das Necessidades de Materiais, ou *Material Requirements Planning* (MRP) (Browne, Harhen, e Shivan, 1996). Estes são sistemas que permitem calcular a quantidade e o tipo de materiais necessários para o fabrico do produto final, indicando também a data para o lançamento das ordens de aquisição e/ou fabrico destes, para que sejam disponibilizados no tempo certo para a eficiente execução dos processos de fabrico. No entanto, estes sistemas MRP eram limitados, e apenas tinham a capacidade de gerir compras e *stock* de matérias-primas.

Dada a inabilidade dos MRP em realizar programações com base na real capacidade dos recursos produtivos da empresa (MRP assume capacidade infinita), e a utilização de *lead times* constantes (Hopp e Spearman, 2001), Oliver Wight introduz, em 1965, os sistemas de Planeamento de Recursos da Produção, ou *Manufacturing Resource Planning* (MRP II), que se apresentam como uma evolução dos sistemas MRP em função da introdução gradual de um conjunto de novas funcionalidades ou extensões ao sistema MRP (Browne, Harhen, e Shivan 1996). Estes novos sistemas procuravam auxiliar os gestores com outros aspetos do processo de produção. O foco do MRP eram os materiais. Por outro lado, o MRPII foca-se no

planeamento hierárquico, desde a vertente estratégica, passando pela realização de planos diretores de produção até a elaboração de planos de produção de nível mais baixo. Os MRPII possibilitam uma maior integração com outras áreas funcionais da empresa, uma vez que, viabilizam a agregação de novas funcionalidades, como por exemplo a gestão da capacidade (Carlos e Pires, 2004).

Durante os anos 80, foram muitos os autores que começaram a levantar dúvidas em relação ao MRP. As suas críticas prendiam-se principalmente com o facto de este assumir uma capacidade estática e ao seu funcionamento pesado. Na mesma altura, adaptou-se do Japão, uma nova prática que era conhecida por *just-in-time* (JIT). Este conceito tem por base o uso da técnica de *kanban*, o que o faz transformar numa abordagem *pull* (ao contrário do MRP, que é *push*). Segundo Courtois et al. (1997) o JIT consiste numa filosofia global de produção suportada em técnicas e métodos particulares.

No decorrer dos anos 90, os fornecedores de *software* começaram a apresentar às empresas novos sistemas de informação com base nos MRPII sob a designação de Planeamento dos Recursos da Empresa, ou *Enterprise Resource Planning* (ERP). Estes sistemas, além das funções dos MRPII em relação ao planeamento e controlo da produção, permitem a integração dos restantes departamentos da empresa, proporcionando acessibilidade, visibilidade e consistência em toda a organização (Rashid, Hossain, e Patrick, 2002).

Ainda durante os anos 90, surgiram no mercado os sistemas de Planeamento Avançado de Produção, ou *Advanced Planning and Scheduling systems* (APS). Estes sistemas utilizam algoritmos matemáticos avançados permitindo simulações ou otimizações sobre o planeamento de capacidade finita, planeamento de recursos, planeamento de capital, previsão, *sourcing*, gestão da procura, entre outros (Pittman, Blackstone, e Atwater, 2016).

### 2.4.2 Material Requirements Planning

Os primeiros vestígios dos sistemas *Material Requirements Planning* (MRP) começaram a ser visíveis na década de 60, mas ganharam maior proeminência nos anos 70 quando George W. Plossl juntamente com Joe Orlicky e Oliver Wight se juntaram no desenvolvimento de um novo conceito de planeamento da produção. Este novo conceito baseava-se numa gestão mais racional dos stocks na produção, que até aquela época se baseavam apenas em métodos estatísticos de reposição de stock.

Segundo Orlicky (1994), os sistemas tradicionais de reposições de stocks, que tinham por base os conceitos de lote económico e classificação de pareto, não são adequados para a gestão de stock no ambiente industrial. No ponto de vista do mesmo autor, um dos principais pontos negativos destes sistemas tradicionais era o facto de estes considerarem a procura estável e constante. O modelo, apresentado por Orlicky, permitia o cálculo das necessidades, de período a período, de todos os componentes e matérias-primas necessárias na produção de todos os produtos especificados no PDP, e conseqüentemente uma redução dos níveis de stock.

O objetivo principal dos sistemas MRP é fornecer a quantidade certa de materiais ou componentes, no momento certo, de modo a cumprir com o plano mestre de produção. Estes sistemas calculam as necessidades globais para o período de planeamento em causa, dando informações sobre o que encomendar, quanto encomendar e quando encomendar, com base em informações provenientes de três fontes distintas:

- Do plano diretor de produção ou *Master Production Schedule* (MPS), que consiste num cronograma que mostra as quantidades a produzir para cada produto acabado de acordo com as ordens dos clientes e as previsões de procura. De um modo muito sintético pode dizer-se que, define o que será produzido, em que quantidade e quando é que serão produzidos;

- Da composição do produto ou *Bill Of Materials* (BOM), que consiste numa base de dados com informação sobre os componentes ou conjuntos necessários para a produção de cada produto acabado. Deve identificar como cada produto acabado é fabricado, especificando todos os seus componentes, a quantidade de cada um a usar e a sequência de fabrico de como estes componentes devem ser adicionados durante o fabrico;
- Do inventário mestre ou *Inventory Master File*, que fornece informação sobre a quantidade de produtos que se encontram em stock ou que já foram encomendados, as necessidades brutas, o lançamento de encomendas/ordens de fabrico dos produtos, a dimensão dos lotes, os *lead time* dos fornecedores, os níveis do stock de segurança e sobre os níveis máximos de produtos não-conformes.

No entanto, apesar de um sistema MRP funcionar bem em vários setores produtivos e ser bastante útil quando se lida com processos ou produtos muito complexos, este é bastante limitado ao controlo do fluxo de materiais e componentes e apresenta também alguns problemas conceptuais que o impossibilitam de atender a produções muito complexas ou com maior necessidade de flexibilidade. Entre os vários problemas destacam-se:

- *Lead time* estáticos, ou seja, o *lead time* é considerado fixo em todas as operações;
- Planeamento com capacidade infinita, ou seja, ignora a capacidade dos recursos;
- Necessidade de grandes quantidades de informação constantemente atualizadas, ou seja, implica um grande esforço computacional.

#### **2.4.3 Manufacturing Resource Planning**

Introduzidos na década de 80, os sistemas *Manufacturing Resource Planning* (MRP II) surgem como uma evolução dos sistemas MRP. Estes têm por base a mesma lógica do MRP, no entanto, além de analisar as quantidades e momentos que aquisição ou fabrico de materiais, calculam e planeiam os recursos a serem utilizados, como os recursos humanos necessários, capacidade da máquina, recursos financeiros, etc. (Wallace e Kremzar, 2001). Os sistemas MRP II contemplam a integração de todos os aspetos do processo de fabrico, incluindo a relação entre materiais, finanças e recursos humanos.

Estes sistemas consistem num método de planeamento efetivo de todos os recursos de uma empresa de produção. São compostos por uma variedade de processos ligados entre si, nomeadamente: planeamento do negócio, planeamento da produção (planeamento operacional e de vendas), programação diretora da produção, planeamento dos requisitos de materiais e capacidade e sistemas de suporte à execução para a capacidade e materiais. Os *outputs* destes sistemas são integrados com relatórios financeiros, como o plano de negócios, relatório de compromisso de compras, orçamentos para o transporte e projeções de stock em euros (Pittman, Blackstone, e Atwater, 2016).

Segundo Wallace e Kremzar (2001), o MRP II apresenta três grandes diferenças relativamente ao MRP:

- Planeamento de vendas e planeamento operacional: providencia o equilíbrio entre a procura e a oferta ao nível do volume, fornecendo aos gestores de topo um controlo muito maior sobre os aspetos operacionais do negócio;
- *Interface* financeiro: a capacidade de traduzir o plano operacional (em peças, kilos, litros, etc.) em termos financeiros (euros);
- Simulação: capacidade de simular e analisar as diferentes opções para cenários alternativos.

O MRP II prevê uma sequência hierárquica de cálculos, verificações e decisões, com o objetivo de obter um plano de produção viável, com uma boa capacidade produtiva.

No entanto, o MRP II apresenta também algumas limitações uma vez que é uma ferramenta especializada para atender apenas às necessidades das funções relacionadas com a produção. Os dados e processos não estão integrados com as restantes áreas da empresa, tais como marketing, finanças e recursos humanos.

Para contornar estas limitações, surgem na década de 90 os sistemas ERP que visam interligar a produção com as restantes áreas da empresa.

#### **2.4.4 Enterprise Resource Planning**

Segundo Motiwalla e Thompson (2009), os sistemas *Enterprise Resource Planning* (ERP) consistem em sistemas empresariais de primeira geração que visam a integração de dados, além de oferecer suporte às tarefas principais da empresa. Outra definição que melhor esclarece o que é um ERP diz que: os sistemas ERP são sistemas integrados que podem ser utilizados para gerir uma larga variedade de funções dentro de uma empresa, seja recursos humanos, finanças, contabilidade, produção, marketing, vendas, distribuição, gestão de projetos ou manutenção, entre outros. Além disso, permitem um melhor fluxo de informação entre todos os departamentos ou divisões de uma determinada empresa (Bidgoli, 2004).

A função principal dos ERP consiste na otimização do fluxo de informação entre os vários departamentos de modo a garantir que este é singular, permanente e consistente por toda a organização. É possível visualizar todas as transações efetuadas pela empresa, delineando um cenário global de todo o negócio. Além disso, uma base de dados que integra toda a informação permite evitar a redundância de dados, reduzindo assim os problemas de inconsistência (Motiwalla e Thompson, 2009).

A utilização dos ERP permite a agilização do fluxo de dados da organização e proporciona o acesso direto e em tempo real aos dados introduzidos por todas as áreas da organização, levando a aumentos de produtividade e a uma maior rapidez na tomada de decisões e consequente resposta ao mercado (Davenport, 1998).

Estes sistemas encontram-se divididos em módulos que dão suporte às diferentes atividades das empresas. Esses módulos comunicam e atualizam-se numa mesma base de dados principal, de modo a que as informações inseridas num módulo sejam instantaneamente disponibilizadas aos restantes módulos.

No entanto, são necessários um conjunto de fatores para que as organizações consigam tirar partido de um sistema tão complexo como o ERP, isto é, deve existir o apoio da gestão de topo, uma estratégia de negócio ajustada, um plano e uma visão, uma gestão de projeto efetiva e formação dos utilizadores para que se consiga tirar total proveito das capacidades do sistema.

Segundo Davenport (1998), um ERP pode trazer grandes benefícios a uma organização mas também apresenta riscos muito elevados, principalmente quando ocorrem problemas na integração do sistema com os objetivos da organização e com os métodos de trabalho existentes.

#### **2.4.5 Manufacturing Execution Systems**

O conceito *Manufacturing Execution Systems* (MES) surgiu a partir da necessidade das indústrias cumprirem com as exigências dos mercados de um ponto de vista da qualidade, do respeito pelas normas, e da redução nos custos e prazos. Como tal, as funções do MES são principalmente voltadas para as atividades de fabrico, tornando-se assim num sistema de elevado valor para todas as empresas de produção (Saenz de Ugarte, Artiba, e Pellerin, 2009). Este sistema consiste num sistema de informação que lida diretamente com a linha de produção, auxiliando a programação dos equipamentos da linha, ao mesmo tempo que procura fornecer informações aos gestores da produção a fim de contribuir para a tomada de

decisões ao nível estratégico e operacional, e consequentemente, aumentar a qualidade e a produtividade das linhas de produção. Para isso, este sistema extrai dados ao nível do chão de fábrica. O MES é o responsável pela ligação entre o sistema de planeamento da produção (alto nível) e o sistema de controlo dos equipamentos (nível mais baixo) (Chung e Jeng, 2002).

O principal objetivo do MES consiste em recolher e executar, por meio de programas que supervisionam todas as operações no chão de fábrica, informação no tempo exato do comando, bem como recolher informação para a criação de relatórios imprescindíveis à tarefa de tomada de decisão em qualquer área operacional. Ao mesmo tempo, outros objetivos deverão ser atingidos:

- Recolher dados fiáveis e imediatos acerca da quantidade de produtos produzidos;
- Detetar os motivos de paragens de máquinas, falta de matéria-prima, etc.

O MES trabalha com dados provenientes do sistema ERP, como por exemplo, ordens de fabrico e ordens de enchimento, integrados com as operações do setor produtivo. A Figura 4 ilustra as funcionalidades típicas dos sistemas deste género, assim como as informações trocadas com os restantes sistemas.

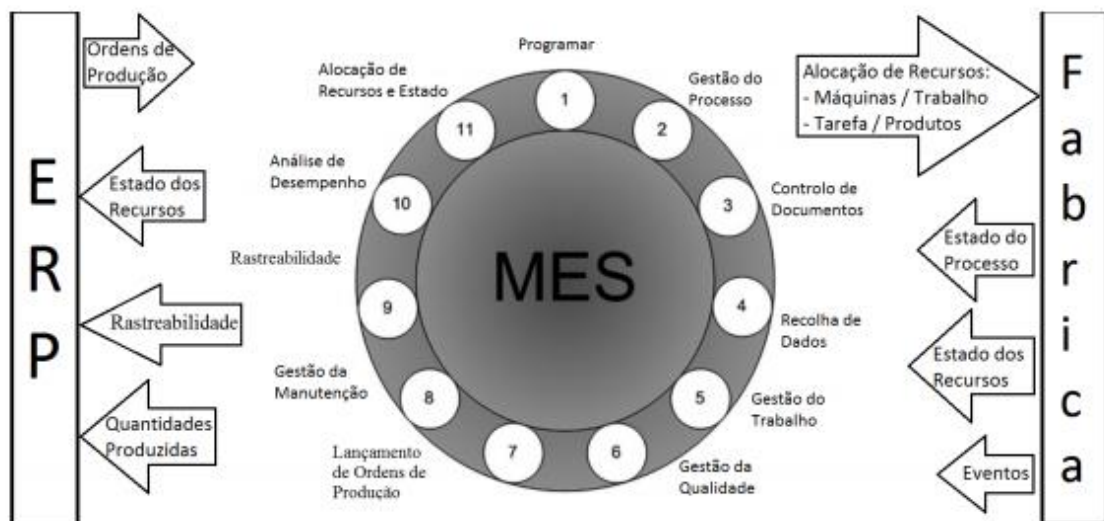


Figura 4-Funcionalidades dos sistemas MES (Adaptado de Saenz de Ugarte, Artiba, e Pellerin (2009))

Convém salientar que o MES compara os dados obtidos ao nível do Chão de fábrica com os dados fornecidos pelo ERP, na medida de consolidar os relatórios gerados para a tomada de decisão acertada.

#### 2.4.6 Advanced Planning Systems ou Advanced Planning Scheduling

O conceito APS é relativamente recente e a sua aplicação estende-se desde o nível estratégico até ao operacional (programação do chão da fábrica). O APS consiste num sistema que traz soluções ao PCP, na medida em que faz uso do conceito de programação com capacidade finita e é capaz de considerar praticamente todas as variáveis e restrições inerentes ao sistema produtivo, gerando planos para a produção com alto grau de confiança e precisão (Faé e Erhart, 2005).

A designação *Advanced Planning Systems/Scheduling* (APS) ou Sistemas Avançados de Planeamento e Programação da Produção, conforme a definição fornecida pela *Association for Operations Management* (Pittman, Blackstone, e Atwater, 2016), abrange um conjunto de



técnicas e ferramentas que lidam com a logística e com a produção a curto, médio e longo prazo. O termo APS descreve um qualquer sistema informático que faz uso de algoritmos matemáticos avançados ou lógicos para executar a otimização ou simulação na programação de capacidade finita, *sourcing*, planeamento de capital, planeamento de recursos, previsão, gestão da procura, entre outros. Estas técnicas e ferramentas consideram, simultaneamente, uma série de restrições e regras do negócio de modo a providenciar, em tempo real, o planeamento e a programação da produção e o suporte à decisão. O APS geralmente gera e avalia múltiplos cenários. Os gestores selecionam então um cenário para se utilizar como “plano oficial”.

Estes sistemas avançados emergiram da necessidade de métodos de planeamento e programação mais robustos, quer a nível tático quer a nível operacional. Segundo Faé e Erhart (2005), os APS visam ultrapassar as limitações existentes nos ERP que, como já foi anteriormente referido, foram herdadas dos MRP II. Para isso recorrem a técnicas de resolução de problemas, como a programação linear, programação por restrições e algoritmos evoluídos para aprimorar/otimizar o planeamento e o sequenciamento da produção, de modo a alcançar os objetivos da organização.

De acordo com Musselman, O'Reilly e Duket (2003), os sistemas APS servem de suporte a todos os níveis de planeamento ao longo da cadeia de abastecimento, analisando a limitação de recursos. Para isso, estes sistemas necessitam de ser alimentados com vários dados, como a dimensão da encomenda, a data de entrega prometida ao cliente, a capacidade disponível e o tipo de produto, entre outros.

A Figura 5 apresenta os principais módulos dos sistemas APS. A seguir, apresentam-se os objetivos principais de cada módulo.

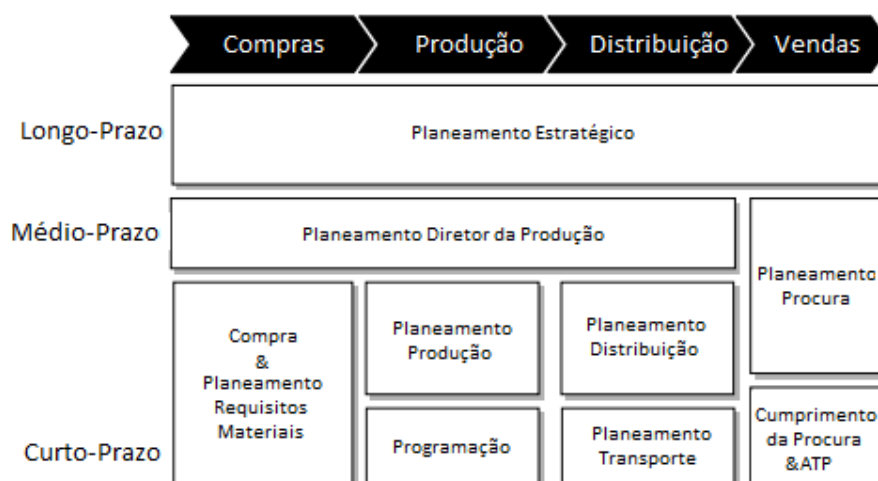


Figura 5- Estrutura de um sistema APS (Adaptado de Stadtler e Kilger, 2004)

O “Planeamento Estratégico” abrange todos os processos de planeamento a longo prazo com uma maior ênfase no suporte à decisão sobre a localização das unidades fabris ou armazéns, escolha de fornecedores e outros atributos da cadeia de abastecimento. O “Planeamento da Procura” abrange o planeamento estratégico e o planeamento a médio-prazo das vendas. O módulo “Cumprimento da Procura e ATP” é utilizado no planeamento de vendas a curto prazo, por exemplo, quando se faz promessas em relação à entrega do produto acabado.

O “Planeamento Diretor da Produção” pode ser visto como o centro dos módulos de planeamento, onde os diferentes recursos da cadeia de abastecimento são levados em

consideração no nível de planeamento a médio-prazo. O “Planeamento da Produção” e a “Programação” abrangem processos como o dimensionamento de lotes, a programação das máquinas e o controlo do chão da fábrica. O “Planeamento da Distribuição” e o “Planeamento do Transporte” juntos lidam com os processos de distribuição do produto acabado a médio e a curto-prazo. O módulo “Compra e Planeamento de Requisitos de Materiais”, está relacionado com os processos de aquisição de materiais a médio e curto-prazo (Stadtler e Kilger, 2004).

Dos módulos acima apresentados, o mais importante para o tema desta dissertação é o módulo “Programação”. Basicamente, a programação da produção consiste no sequenciamento das operações e materiais em apoio ao que foi planeado produzir. O objetivo é fornecer ordens de fabrico adequadamente sequenciadas, sob restrições possivelmente mais apuradas do que as consideradas no plano (por exemplo, *setups* dependentes da sequência, programas de manutenção, restrições adicionais do operário), e ao mesmo tempo tentar manter as datas do plano. Serve para carregar eficientemente os centros de trabalho e fornecer uma programação mais criteriosa ao programador. A programação produz um cronograma para as atividades de produção restringido pelo material e pela capacidade dos centros de trabalho (Salvendy, 2001). Devido ao elevado número de variáveis envolvidas e à sua capacidade de influenciar e/ou entrar em conflito com os objetivos de desempenho das empresas, esta tarefa é considerada uma das mais complexas no campo da gestão da produção (Musselman, O’Reilly, e Duket, 2003).

Convém salientar que os sistemas APS não substituem outros sistemas já implementados, muito pelo contrário, são sistemas desenvolvidos para serem integrados com os sistemas ERP e ou MES para melhorar o planeamento da produção e o sequenciamento a curto prazo. Podem ser implementados sem estes sistemas, no entanto a sua implementação fica mais complicada, uma vez que se torna necessário que a empresa onde o *software* vai ser implementado crie um sistema que armazene e trate a informação necessária para em seguida poder enviar ao sistema APS. Ou seja, ambicionam ser uma extensão dos sistemas ERP e/ou MES, sendo ao mesmo tempo um Sistema de Apoio à Decisão (SAD).

Existem inúmeros benefícios que podem ser obtidos com o uso de sistemas APS, destacando-se os seguintes (Entrup, 2005):

- Redução de *Stock*;
- Redução do produto semi-acabado;
- Proporciona um aumento da produtividade e ao mesmo tempo *lead time* mais curtos;
- Tempos de entrega atualizados;
- Simulação de planos de produção;
- Considera as restrições de capacidade e as sequências operacionais na programação das atividades de produção;
- Visualização das filas de espera (peças ou pedidos);
- Gestão mais rápida e eficiente de pedidos urgentes;
- Gestão mais rápida e eficiente de pedidos alterados;
- Planeamento em tempo real a curto-prazo;
- Melhor visibilidade e comunicação entre as diferentes áreas na empresa.

Segundo o mesmo autor, um dos pontos fortes dos sistemas APS é a capacidade de simulação de vários cenários de planeamento. Uma vez que o APS tem por base um algoritmo baseado em restrições e um algoritmo de otimização, possibilita às empresas otimizarem os planos de acordo com os seus objetivos e criar planos que satisfaçam diferentes objetivos em simultâneo.

A visibilidade das ordens de fabrico é também aumentada permitindo uma redução do *lead time* e um aumento na exatidão da entrega.

A otimização busca a melhor combinação de decisões. O plano de otimização sugere quais matérias-primas, a quantidade e quando devem ser encomendadas de modo a cumprir com o que foi estabelecido. Além disso, sugere onde obtê-los dentro da empresa ou recorrendo a fornecedores; escolha de rotas e recursos; as quantidades necessárias para a produção e as compras; escolha da lista de materiais e níveis de stock de segurança; isto tudo tendo sempre em consideração a relação proveito-custo.

O plano de otimização tem por base uma perspectiva do custo, o que nem sempre resulta num plano de produção ótimo, uma vez que existem custos que são difíceis de modelar de um modo satisfatório.

Em oposição, o planeamento com base em restrições não assenta nos mesmos pressupostos e decisões e é extremamente complicado para o decisor gerar um plano com base em restrições e posteriormente traduzir isto num plano otimizado. O APS gera os planos com base nas seguintes restrições:

- Máquina: Capacidade; *setup*; sequência;
- Material: Disponibilidade, *stock* de segurança;
- Operários: Capacidade de trabalho;
- Dinheiro: Custo;
- Método: Minimização dos tempos de espera; cumprir prazos de entrega.

Em modo de síntese, o APS fornece ao decisor a capacidade de saber quando tem de começar a produzir cada ordem de fabrico, em que máquina, em que operação de sequência, de modo a atingir o objetivo de produzir dentro do prazo estabelecido.

#### 2.4.7 Questões a considerar na implementação de um sistema APS

Quando as mudanças envolvem várias áreas funcionais na cadeia de abastecimento, a probabilidade de estas falharem aumenta. Segundo Van Eck (2011), existem diferentes aspetos que devem ser tidos em consideração aquando a implementação de um sistema APS:

- Conceito de cadeia de abastecimento;
- Experiência;
- Nervosismo;
- Fator Humano;
- Complexidade;
- Recursos Financeiros;
- Precisão dos dados.

Segundo Geary e Shawn (2005), um sistema APS deve ser instalado de modo apropriado, no entanto a implementação de um sistema deste género não é fácil, e as consequências advindas de uma má implementação podem traduzir-se em prejuízos avultados para a empresa. Os autores acrescentam ainda que não existem duas implementações iguais, apesar de existirem alguns pontos em comum.

Geralmente, a duração da implementação de um sistema APS, de acordo com os fornecedores, vai de alguns meses a um ano, estando, no entanto, esta duração fortemente relacionada com a dimensão do projeto. De acordo com Ivert e Jonsson (2011) um projeto APS compreende as seguintes fases:

- A fase de avaliação: Compreende as decisões que levaram à necessidade de implementar um sistema APS. As atividades típicas desta fase compreendem a análise do estado da empresa, dos seus processos e aquilo que é pretendido, o estabelecimento dos indicadores de performance, a aprovação de um orçamento e de um cronograma para o projeto, e a escolha do sistema a implementar;

- A fase de projeto: Fase que compreende todas as atividades necessárias ao desenvolvimento do sistema. As tarefas típicas desta fase incluem formação da equipa de implementação, a modelação do sistema, preparação das estruturas de dados internas e da base de dados para integrar os sistemas, testes de validação, formação dos utilizadores e *go-live*;
- A fase de *shakedown*: Fase em que a empresa está a lidar com o sistema de informação. Atividades típicas desta fase incluem: limpeza de dados e parâmetros, fornecimento de formação adicional aos utilizadores, e cooperação com fornecedores e consultores de modo a resolver eventuais problemas no sistema;
- A fase *onward* e *upward*: Fase que continua da normal utilização do sistema até que este seja substituído por uma atualização ou por um sistema diferente. As atividades típicas desta fase comportam a auditoria pós-implementação, melhoria contínua, atualização técnica e o desenvolvimento de competências adicionais do utilizador.

## 2.5 Testes Aplicacionais e Validação de Software

A realização de testes é tão antiga como a programação, no entanto as técnicas, as ferramentas, os métodos e os seus objetivos têm sofrido uma constante evolução com o decorrer do tempo (Gelperin e Hetzel, 1988). Segundo Sommerville (2007) testar consiste na execução de um programa alimentado por dados artificiais, para descobrir erros, anomalias ou informação relativa a atributos não funcionais, através da análise dos resultados obtidos. O autor afirma ainda que testar tem como propósitos: descobrir erros no sistema antes da sua entrada em produção e mostrar que este faz o que é suposto fazer.

O conceito de teste tem vindo a ganhar contornos cada vez mais nítidos e a sua importância tem subido no ranking de prioridades das empresas (Gelperin e Hetzel, 1988).

Ainda segundo os mesmos autores, este aumento de protagonismo dos Testes Aplicacionais foi devido a:

- Aumento do número de aplicações, assim como o aumento do custo e complexidade destas;
- Aumento das alterações nas aplicações existentes;
- Aumento da preocupação com a qualidade das aplicações;
- Necessidade de diminuir o número de falhas nas aplicações.

Atualmente, as empresas adotaram um processo de Verificação e Validação de *software*, para aumentar a qualidade das aplicações em todo o seu ciclo de vida. É neste processo que se enquadram os Testes Aplicacionais (IEEE Computer Society, 2005).

### 2.5.1 Verificação e Validação

A verificação e validação consistem num processo que tem o seu início com as revisões de requisitos e continua com as revisões ao projeto e as inspeções ao código, terminando nos testes (Sommerville, 2007).

Verificação consiste na análise do funcionamento do sistema, de modo a garantir que as funções planeadas estão a ser corretamente executadas. São testes de baixo nível que fazem verificação do código-fonte. Validação refere-se a uma análise que faz a comparação entre o que foi requerido pelo cliente e o que foi desenvolvido, ou seja, são testes de alto nível que verificam se as funções do sistema estão de acordo com os requisitos do cliente (Pressman, 2009).

Sommerville (2007) cita Boehm ao interpretar verificação com a questão “Estamos a construir o produto bem?” e validação com a questão “Estamos a construir o produto certo?”

O processo de Verificação e Validação contempla as seguintes tarefas (Pressman, 2009):

- Revisões formais técnicas;
- Auditorias de qualidade e configuração;
- Monitorização de *performance*;
- Simulação;
- Estudo de viabilidade;
- Revisão de documentação e base de dados;
- Análise de algoritmos;
- Realização de testes aplicacionais.

### 2.5.2 Tipos de Testes

Esta dissertação irá centrar-se apenas nos Testes Funcionais. No entanto existem outros tipos de testes a que as aplicações são submetidas. A seguir apresentam-se os diferentes tipos de teste, assim como a ordem em que, geralmente, estes são realizados (Sommerville et al., 2008):

- Teste de Componentes ou Unitário: Processo de testar individualmente subprogramas, sub-rotinas ou procedimentos numa aplicação, com diferentes parâmetros, de forma a perceber se existem contradições em relação às especificações da aplicação. Estes testes são utilizados para validar o desenho detalhado da aplicação;
- Testes de Integração ou *Interface*: Processo de testar os módulos em conjunto de forma a verificar se se interligam corretamente identificando incompatibilidades entre a *interface* dos vários módulos/componentes. Estes testes validam a arquitetura da aplicação;
- Testes de Sistema ou Funcionais: Processo de testar estruturalmente e funcionalmente as aplicações como um todo de forma a verificar as inconsistências em relação às especificações das aplicações. Estes testes são utilizados para validar os requisitos;
- Testes de Regressão: Repetição de testes sobre um componente ou sobre a aplicação completa, após a realização de alterações, de forma a verificar que o componente ou a aplicação continua conforme a especificação dos requisitos.
- Testes de Aceitação: Testes efetuados pelo utilizador final, para que este possa verificar eventuais discordâncias em relação ao que foi pedido.
- Testes de Instalação: Processo de testar a instalação da aplicação por forma a verificar se todos os componentes estão instalados e se se interligam entre si.

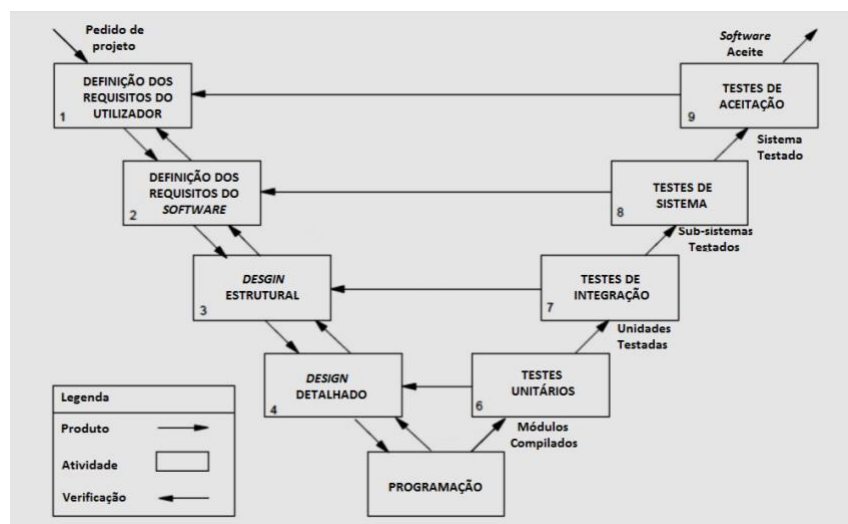


Figura 6- Modelo em V (ESA Board for Software Standardisation and Control, 1995)

### 2.5.3 Método de Testes

Até este ponto, foi efetuada uma breve contextualização acerca dos testes aplicacionais. O restante estudo irá recair sobre os testes funcionais, uma vez que vão ser estes os utilizados na validação do sistema APS. Para o âmbito desta dissertação, apenas foi encontrada uma metodologia específica para os testes funcionais. Contudo, existem técnicas úteis para os Testes Funcionais.

Um método consiste num conjunto de procedimentos utilizados num dado serviço ou no desenvolvimento de um produto (IEEE Standards Board, 1990)

### 2.5.4 Processo/Métodos de Testes Aplicacionais

Testar é uma tarefa que acompanha todo o ciclo de vida de uma aplicação. Porém, dependente do modelo de desenvolvimento, esta tarefa realiza-se de modo diferente e nem todos os tipos de teste são efetuados em todos os produtos de aplicações.

Para o estudo em questão o modelo de desenvolvimento que melhor se adequa é o Modelo de Protótipo proposto por Pressman (2009).

Neste modelo existe uma sequência cíclica e o produto não é desenvolvido de uma só vez, permitindo melhorias constantes em cada ciclo. Os testes são realizados à medida que são desenvolvidos/corrigidos protótipos. A Figura 7 ilustra o ciclo típico de um modelo deste género.

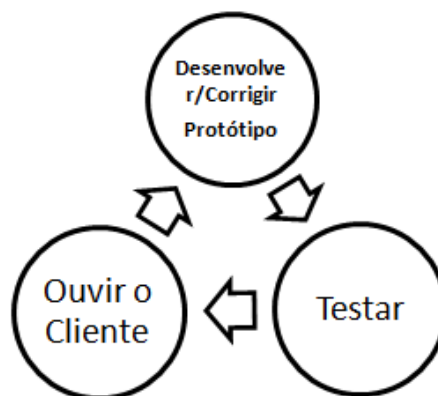


Figura 7-Modelo de Protótipo (Adaptado de Pressman (2009))

### 2.5.5 Técnicas de Teste

As técnicas de teste são os fundamentos utilizados para realizar os testes. As duas principais técnicas de teste mais referenciadas pelos autores são: técnicas de teste baseado no conhecimento da estrutura lógica do programa ou teste de Caixa Branca e técnicas de teste onde apenas é necessário o conhecimento das entradas e saídas prováveis do programa conhecido como teste de Caixa Preta.

O tipo de teste Caixa Branca, também conhecido como teste estrutural, consiste numa técnica onde os Casos de Teste são delineados com base no código fonte. Esta técnica centra-se no mecanismo interno de um sistema, fazendo uma análise do fluxo de dados (Myers et al., 2004). É uma técnica utilizada para fazer *debugging*<sup>1</sup> do código, descobrir suposições incorretas no programa e encontrar erros de escrita aleatórios. Os testes realizados através desta técnica podem ser executados pelos próprios programadores (Nidhra, 2012).

<sup>1</sup> *Debugging* é o ato de *debug*, que significa detetar, localizar e corrigir erros num programa de computador.

As técnicas de teste Caixa Branca encontram-se divididas em técnicas estruturais (*Loop Testing*, *Data flow testing*, *Basic path testing* e *Control flow/Coverage testing*) e técnicas estáticas (*Formal Inspections*, *Code walkthrough* e *Desk Checking*) (Nidhra, 2012).

As técnicas estruturais envolvem o código, assim como a sua estrutura, desenho interno, e como foi codificado o *software* (Nidhra, 2012).

As técnicas estáticas, por sua vez, apenas têm em conta o código fonte e não os binários e executáveis. Normalmente, estes testes são efetuados antes do código estar completo, sendo o principal objetivo verificar se o código está conforme com os requisitos funcionais, com o desenho técnico e *standards* (Nidhra, 2012).

O teste tipo Caixa Preta, também conhecido como Teste Opaco ou Teste Funcional/Comportamental, consiste numa estratégia de teste que, ao contrário do teste Caixa Branca, não analisa o código fonte nem o mecanismo interno da aplicação. Segundo Williams (2006) a Caixa Preta é um teste que ignora o mecanismo interno do sistema ou componente e foca unicamente nas saídas geradas em resposta às entradas e condições de execução selecionadas. Neste teste, como o nome indica, o sistema é visto como uma caixa preta, isto é, a pessoa que está a executar o teste não tem acesso aos processos que ocorrem por detrás da *interface* do sistema. Os dados introduzidos no início do teste têm como finalidade obter uma saída que será posteriormente comparada com o resultado esperado (Myers et al., 2004).

Esta técnica pode ser utilizada num protótipo ou na aplicação final. Muitos autores afirmam que os testes aplicacionais que fazem uso desta técnica não devem ser executados pelos próprios programadores. A sua utilização procura encontrar erros que se enquadrem nas seguintes categorias:

- Funções incorretas ou inexistentes;
- Erros de *interface*;
- Erros nas estruturas de dados ou na base de dados externa;
- Erros de comportamento ou *performance*;
- Erros de iniciação e encerramento.

No que diz respeito ao processo de Verificação e Validação de um sistema, as técnicas de Caixa Branca são utilizadas para verificação e são aplicadas nas fases iniciais do ciclo de vida do produto. Por outro lado, as técnicas de Caixa Preta são utilizadas para validação e apenas são aplicadas após as técnicas de Caixa Branca.

### 3 Apresentação do Problema

No presente capítulo é apresentado o problema que foi abordado ao longo do período da dissertação em ambiente empresarial.

No sentido de enquadrar o trabalho desenvolvido, inicialmente foi situada, na estrutura da CIN Maia, a fábrica piloto onde irá ocorrer a implementação do sistema. Posteriormente são definidos conceitos internos relevantes para o âmbito do projeto. É também efetuada uma descrição do processo produtivo da empresa e do método de planeamento e programação utilizado.

Finalmente apresentam-se os problemas decorrentes do método de programação utilizado pela empresa.

#### 3.1 Fábrica Piloto

Na medida de facilitar a compreensão desta dissertação e enquadrar este projeto na estrutura da CIN Maia, interessa, desde logo, compreender que esta se encontra dividida em 5 unidades fabris, cada uma com funções distintas e específicas:

- A unidade 1 (C1) é a unidade fabril dedicada ao fabrico de tinta de base solvente;
- A unidade 2 (C2), internamente denominada de “NOVÁQUA”, é a unidade fabril responsável pela produção de tintas de base aquosa (tintas plásticas), massas e betumes;
- A unidade 3 (C3) é a unidade fabril dedicada à produção de tintas de cor branca;
- A unidade 4 (C4) é a unidade responsável pelo fabrico dos vernizes;
- A unidade 5 (C5) é a unidade fabril dedicada ao fabrico de diluentes.

Nesta primeira fase, o *software* irá ser implementado numa fábrica piloto de modo a compreender o funcionamento do programa e as etapas necessárias para a sua implementação. Posteriormente, caso esta primeira fase seja cumprida com sucesso, irá ser feito o *roll out* para as outras fábricas da CIN MAIA. A fábrica piloto escolhida foi a unidade 3 (C3). A Figura 8 situa a unidade 3 na planta da CIN Maia. A escolha desta fábrica para fábrica piloto prende-se com a simplicidade dos equipamentos e dos processos que nela ocorrem.



Figura 8-Localização da fábrica C3 na planta da CIN Maia



A unidade 3 (C3) ou fábrica de brancos é a responsável pela produção, acabamento, enchimento e paletização de produtos brancos de base solvente. A fábrica apresenta uma capacidade de 3500 toneladas por ano e é dedicada ao fabrico de grandes quantidades (fabricos entre os 6000 e 28000 quilogramas por ordem de fabrico).

A unidade 3 é composta por um centro de custo que agrega nove centros de trabalho. Os centros de trabalho associados ao fabrico, ilustrados na Figura 9, estão diferenciados pelo subprocesso que é realizado em cada um, enquanto que os três centros de trabalho associados ao Enchimento, ilustrados na Figura 10, se diferenciam pelo tipo de embalagens permitidas.



Figura 9-Linha de fabrico da unidade 3



Figura 10-Linha de enchimento da unidade 3

### 3.2 Produto Acabado vs Produto Intermédio

No que diz respeito às designações internas dos produtos é de referir que os produtos fabricados na CIN podem ser classificados como “Produtos Intermédios” ou “Produtos Acabados”. Os “Produtos Intermédios” são produtos que entram no fabrico de “Produtos Acabados”, mas que precisam de ser fabricados à parte. No entanto por vezes são comercializados tornando-se assim “Produtos Acabados”. “Produto Acabado” é a designação atribuída aos produtos que, depois de sofrerem um processo de transformação que incorpora matérias-primas e/ou “Produtos Intermédios”, são comercializados pela CIN.

### 3.3 Codificação dos Produtos

A codificação dos produtos atualmente utilizada na CIN tem por base uma codificação fragmentada com significado, identificando as características do produto em causa. Para produtos acabados, o código é composto por 11 dígitos divididos em três frações. A primeira fração representa a família do produto (Verniz, Esmalte, etc.), a segunda fração representa a cor do produto (Laranja, Branco, etc.) e a terceira representa o tipo de embalagem que irá ser utilizada no enchimento. No caso dos produtos intermédios, uma vez que estes não vão ser cheios, a sua codificação não apresenta a fração correspondente à embalagem, sendo igual em todo o resto. A Figura 11 e a Figura 12 mostram exemplos da codificação utilizada para os produtos acabados e para os produtos intermédios, respetivamente.

**A5191 0503 A4**  
Família Cor Emb.

Figura 11-Exemplo de Codificação de um Produto Acabado

**A5191 0503**  
Família Cor

Figura 12-Exemplo de Codificação de um Produto Intermédio

### 3.4 Ordem de Fabrico e Talão de Enchimento

Quando surge uma ordem de produção, o Departamento de Planeamento da Produção, após análise da quantidade a produzir e da existência das matérias-primas necessárias, emite uma Ordem de Fabrico (OF). Uma ordem de fabrico consiste num documento onde consta a formulação do produto já devidamente ajustada à quantidade a produzir. Nela estão discriminadas todas as matérias-primas que irão ser consumidas, em que quantidades, assim como as indicações técnicas relativas às operações a realizar, ou seja, é uma espécie de "receita" do produto. Este documento serve também para registar eventuais alterações que surjam durante o fabrico. A Figura 13 mostra um exemplo de uma OF de um produto acabado.

CIN - Corp.Industrial do Norte

Impresso por... em Pag. 1 / 3

Ordem Produção.....: 1389832 LOTE Item.....: 7P259 0507 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Armazém...: C3 Fluxo....: 5C Versão....: 2

Data início prevista Data fim prevista

Quantidade X.XXX,XXX KG X.XXX,XXX L Número de Batches: 1

Nº Encomenda: /

OBS.....: Densidade

OF

%	Material / Lote:	Perigo:	KG:	LT:	Pictogramas de Perigo
Task.....: Pesagem/Dispersão/Moagem					10 Fabricar C3
PESAR PARA UM 1º TANQUE.					
52,199 ABC01	X.M X.XXX,XXX X.XXX,XXX				Equip. Previsto
JUNTAR LENTAMENTE COM AGITAÇÃO.					
DISPERSAR.					20 Bombar C3
XX MIN.					
à velocidade de XXXX m/s.					Início - Fim - Temp. Previsto
VERIFICAR NUM VIDRO SE NÃO EXISTEM PARTÍCULAS. NCIN 081..					
0,620 DEF11	XX,XXX				30 Miar C3
JUNTAR LENTAMENTE COM AGITAÇÃO PARA FORMAR GEL.					
DISPERSAR.					
XX MIN.					
à velocidade de XXXX m/s.					Equip. Previsto

Figura 13-Ordem de Fabrico de um Produto Acabado

No caso de um produto acabado, para além da OF, é lançado um talão de enchimento (TE). O TE faz a identificação do produto a entregar e dos materiais de embalagem (embalagens, tampas, rótulos, caixas e paletes) necessários para acondicionar o produto, contendo também informação sobre o número de latas a encher de modo a satisfazer as encomendas. A Figura 14 mostra um exemplo de um TE de um produto acabado.

Uma OF não precisa necessariamente de ter um TE associado, que é o que acontece com os produtos intermédios. No entanto, pode também ter vários TE, uma vez que o mesmo fabrico pode ser acondicionado em diferentes tipos de embalagem.

CIN - Corp.Industrial do Norte


Impresso por...: JOAQUIMR em 16/11/17 Pag. 1 / 1


Ordem de Enchimento: 1390662 Prod: 7F259 0507 A4 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Armazém .....: C3 Responsável.....: Densidade .....:

Data início prevista Fim Previsto:

Quantidade .....: UN

OBS.....: OE 

Operação .....: C6E01 enchimento C3 

Tempo previsto ....:

Material	Ord.Pr.	Descrição	UN	KG	LT
A5191 0503	1390661	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		942,480	504,269
MA900		BALDE PL. 900 G XXXXXXXX	1,008,000		
T-MA900		TAMPO PL. P/ "MA900"	1,008,000		
X-VMP90-1		CX CARTÃO 6X900 GR MASILLA BV	168,336		
R-70X20-5V		ROT BRANCO 70X20 5 VIAS	168,336		
M-PLEUR		PALETE EUROPEIA 1200x800	2,016		

Figura 14-Ordem de Enchimento de um Produto Acabado

### 3.5 Codificação atribuída aos diferentes estados das Ordens de Fabrico

A CIN possui uma codificação interna para a identificação dos diferentes estados possíveis para um fabrico:

- 5: necessidade lançada, mas aguarda lançamento da OF;
- 10: lançamento da OF pendente por falta de matéria-prima;
- 20: OF lançada, mas aguarda início do fabrico;
- 40: fabrico em curso;
- 60: fabrico concluído.

### 3.6 Codificação atribuída às Operações de Fabrico:

Na unidade fabril 3, as operações de fabrico são identificadas utilizando a seguinte codificação:

- C3110: fabricar C3;
- C3111: fabricar verniz C3;
- C3112: fabricar com dissolução C3;
- C3113: dispersar após moagem;
- C3210: moer para tanque destino C3;
- C3310: acabamento C3;
- C3540: inspeção em curso de produção C3;
- C3710: bombar C3;
- C3E01: enchimento C3;
- CQ530: controlo de qualidade brancos;
- CQ531: controlo de qualidade após enchimento.

### 3.7 Processo Produtivo

O processo produtivo na CIN encontra-se dividido em duas fases: o fabrico e o enchimento. O fabrico inicia-se com a pesagem das matérias-primas, seguindo-se a mistura, moagem e afinação. Após a afinação, é recolhida uma amostra do produto para ser analisada no controlo da qualidade, podendo o resultado desta análise ser:

- (1) Aprovado e deste modo procede-se ao enchimento;
- (2) Rejeitado, não podendo ser comercializado;
- (3) Necessita de ser corrigido para posteriormente ser novamente verificado e aprovado.

A representação esquemática do processo produtivo, onde estão identificadas todas as etapas desde o fornecimento de matérias-primas até à entrega do produto acabado ao cliente pode ser consultada no Anexo A.

A nível de estratégias de produção, a CIN tanto aplica estratégias *make-to-order* (MTO) como *make-to-stock* (MTS).

A gestão dos produtos MTS é realizada com base no Índice de Cobertura dos produtos existentes no Centro de Distribuição da Maia, calculado pelo ERP da empresa. Analisando a quantidade de produto existente num certo momento, a quantidade de produto já reservada de modo a cumprir com as encomendas dos clientes e as quantidades médias previstas para a procura diária, obtém-se uma previsão para o número de dias que demorará esse produto a entrar em rotura.

Por outro lado, a gestão dos produtos MTO é realizada com base em encomendas reais dos clientes. No caso destes produtos, as quantidades a fabricar variam consoante as quantidades encomendadas pelos clientes.

### 3.8 Sistemas de informação utilizados

Atualmente, na CIN, está implementada uma grande diversidade de sistemas de informação (SI) nos vários departamentos da empresa. No entanto, apenas irão ser abordados os SI relevantes para o tema desta dissertação.

A nível do departamento de direção da produção encontram-se implementados dois sistemas principais que são fundamentais para o bom funcionamento da fábrica: um *Manufacturing Execution System* (MES) e um *Enterprise Resource Planning* (ERP).

O MES implementado é o *Shop Floor Control* (SFC) desenvolvido pela empresa Vein Evolution, LDA. Este *software* é utilizado para fazer o controlo do chão de fábrica. Esta ferramenta encontra-se dividida em 2 módulos: Programação e Controlo.

O módulo de programação permite o acompanhamento da execução das OF através do lançamento, pelos encarregados da fábrica, das datas previstas.

O módulo de controlo permite o controlo, *online* por operação, do progresso das OF assim como os dados referentes às ordens de fabrico, produtos, quantidades lançadas e o estado operacional dos equipamentos.

O SFC proporciona à gestão o controlo em tempo real do processo produtivo, fornecendo informação sobre o estado em que o produto se encontra, quais as operações pelas quais o produto já passou, quais os operários responsáveis por essas operações e quais os equipamentos utilizados.

Na Figura 15, é apresentado o ecrã de consulta do SFC.

O sistema ERP atualmente implementado é o ASW, desenvolvido pela IBS – *International Business Systems* - na base do sistema AS400, mais direcionado ao *backoffice*. É neste sistema que se encontra disponível grande parte da informação relativa às atividades da empresa. Ao nível do planeamento da produção, este sistema é utilizado para a consulta de informações como estados de ordens de fabrico, saldos de armazém e encomendas a fornecedores. Esta ferramenta é também utilizada para lançar novas OF ou encerrar OF existentes. É ainda neste *software* que estão carregadas as *bill of materials* (BOM) dos produtos acabados. O ASW é também utilizado pelo programador para fazer pedidos de matérias-primas ao armazém central (C0), necessárias para os fabricos nas restantes unidades fabris da CIN Maia (C1, C2, C3...). Na Figura 16, é apresentado o ecrã inicial do ASW.

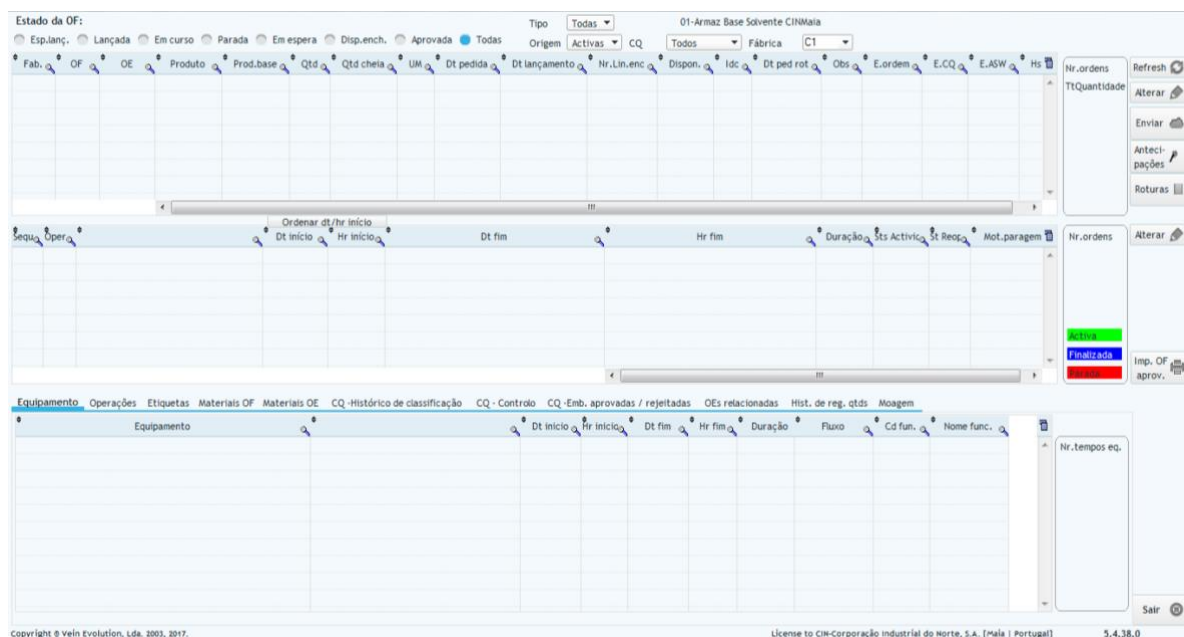


Figura 15-Ecrã de consulta do SFC

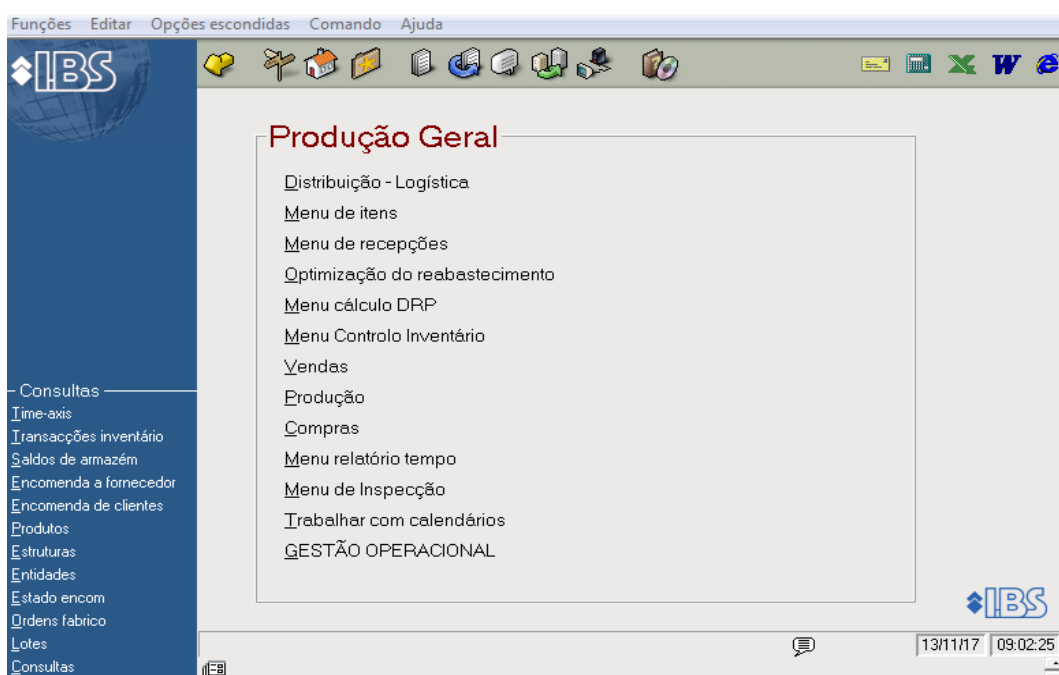


Figura 16-Ecrã inicial do ASW

Além dos sistemas acima mencionados, existe ainda um conjunto de aplicações desenvolvidas internamente em MS Access que são utilizadas diariamente e que são fundamentais para o funcionamento da produção. Desse conjunto de aplicações, as mais relevantes para esta dissertação são a “OF\_Programação” que é a ferramenta utilizada pelo programador para proceder ao escalonamento das ordens de fabrico, e a “Prog\_Fabricos” que é a ferramenta utilizada para realizar o sequenciamento das ordens de enchimento e a manutenção da data de entrega do produto acabado. A combinação dos *outputs* destas duas aplicações resulta no cronograma da produção. A Figura 17 ilustra o ecrã inicial da aplicação “OF\_Programação”.

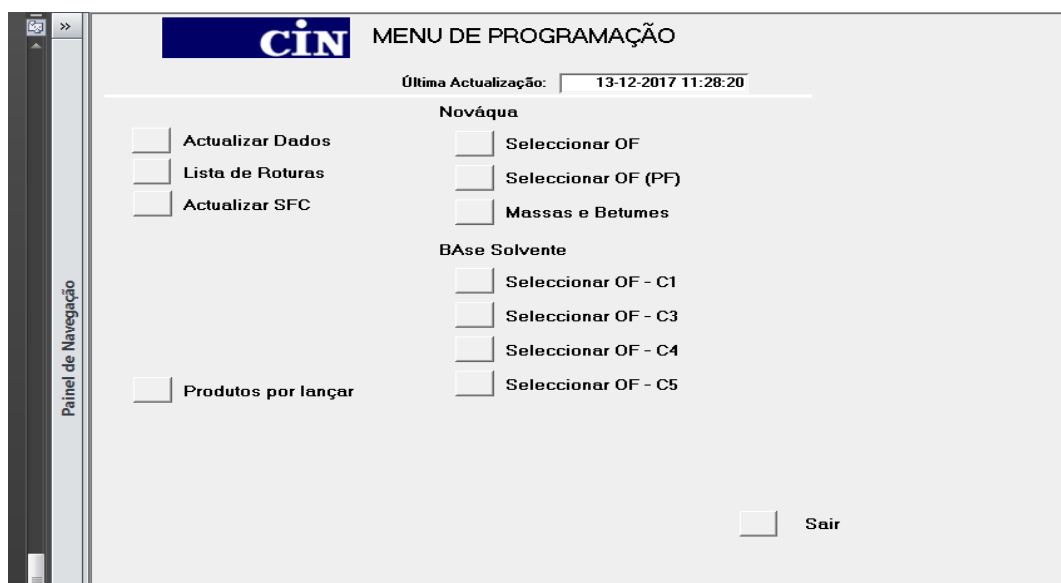


Figura 17-Ecrã principal da aplicação "OF\_Programação"

Para efetuar a programação da fábrica C3 é utilizado o submenu “Selecionar OF-C3”, ilustrado na Figura 18.

Painel de Navegação

SELECIONAR ORDENS DE FABRICO - FABRICA DE BRANCOS

PRODUTO:  ☐ Só OFs a iniciar ☐ Ver Todos ☐ CINDROL (27820) ☐ Idc <6 ☐ Produtos com moagem (tipo=M)

NTE :

Estado Dias

Nº OF: PRODUTO:	QTD (kg):	Iniciar ?Sem	Estado	Ton : Tipo :	SFC :	Rotura :	LE :	Idc :	Disp :	Pr :	Co :	T02/QTD	Recepção	Data Lançamento	Notas	
1391741 07506 0000	4308 /	0	0	20	Lançado	4		Lançado	0	0	0	0	0	0	04-12-2017 10:47:38	
1390261 12720 0509	9091 /	0	0	20	Recebido	9		Lançado	0	0	0	1	0	0	22/Nov/17 09:28:57	
1390641 27820 0533	23415 /	0	12	20	Fabrica	23		Lançado	3	3	-2,9	-3	-3,9	1	0	30/Nov/17 15:11-2017 15:43:55
1391204 27820 0533	23415 /	0	0	20	Recebido	23		Lançado	0	3	5,4	5	0	1	0	11/Dez/17 24:11-2017 11:08:35
1391296 27820 0533	23415 /	0	0	10	Por lançar	23		Planeado	0	3	13,7	14	0	1	0	26-11-2017 08:30:39
1392047 27820 0533	23415 /	0	0	10	Por lançar	23		Planeado	0	3	22	22	0	2	0	07-12-2017 09:36:48
1390595 27826 0534	23415 /	0	0	40	Em Curso	23		Aprovado	0	0	4	0	1	0	0	30/Nov/17 15:11-2017 15:21:29
1390982 27826 0534	23415 /	0	0	20	Recebido	23		Lançado	0	0	8,5	8	0	1	0	11/Dez/17 21:11-2017 09:03:55
1392024 54410 0507	15625 /	0	0	10	Por Lançar	16		Planeado	0	0	7,05	7	0	1	0	07-12-2017 12:26:12
1389018 54850 0503	16725 /	0	0	7	40	Em Curso	17		Aprovado	0	0	1	0	1	0	20/Out/17 17:10-2017 14:47:01
1391660 7N171 0507	11561 /	0	0	20	Recebido	12		Lançado	0	0	16	0	3	0	0	11/Dez/17 30-11-2017 16:07:11
1389250 7P259 0505	12001 /	0	13	20	Fabrica	12		Lançado	0	0	8	0	3	0	0	20/Out/17 20-10-2017 10:33:02
1391524 7P259 0505	12001 /	0	0	20	Recebido	12		Lançado	0	0	22	0	2	0	0	30/Nov/17 25-11-2017 09:42:06
1390984 7P259 0507	11743 /	0	0	40	Em Curso	12		C.Q.(P)	0	0	4	0	1	0	0	24/Nov/17 21:11-2017 09:13:56
1391771 7P259 0507	11743 /	0	0	20	Recebido	12		Lançado	0	0	13	0	1	0	0	11/Dez/17 05-12-2017 08:24:14
1391726 89200 0501	20000 /	0	0	40	Em Curso	20		Lançado	7	7	32	32	2	0	0	04-12-2017 09:51:34
1391742 89200 0505	15385 /	0	0	20	Lançado	15		Lançado	0	0	0	30	0	2	0	04-12-2017 10:46:25

Nº de OFs: 17 280.670 Pequenos fabricos Programação C3 Ton: 0

Necessidades MPS

Registo: 1 de 17 Sem Filtro Procurar

Figura 18- Ecrã do submenu "Selecionar OF-C3" da aplicação "OF\_Programação"



A Figura 19 ilustra a *interface* da aplicação “Prog\_Fabricos” utilizada pelo programador da produção.

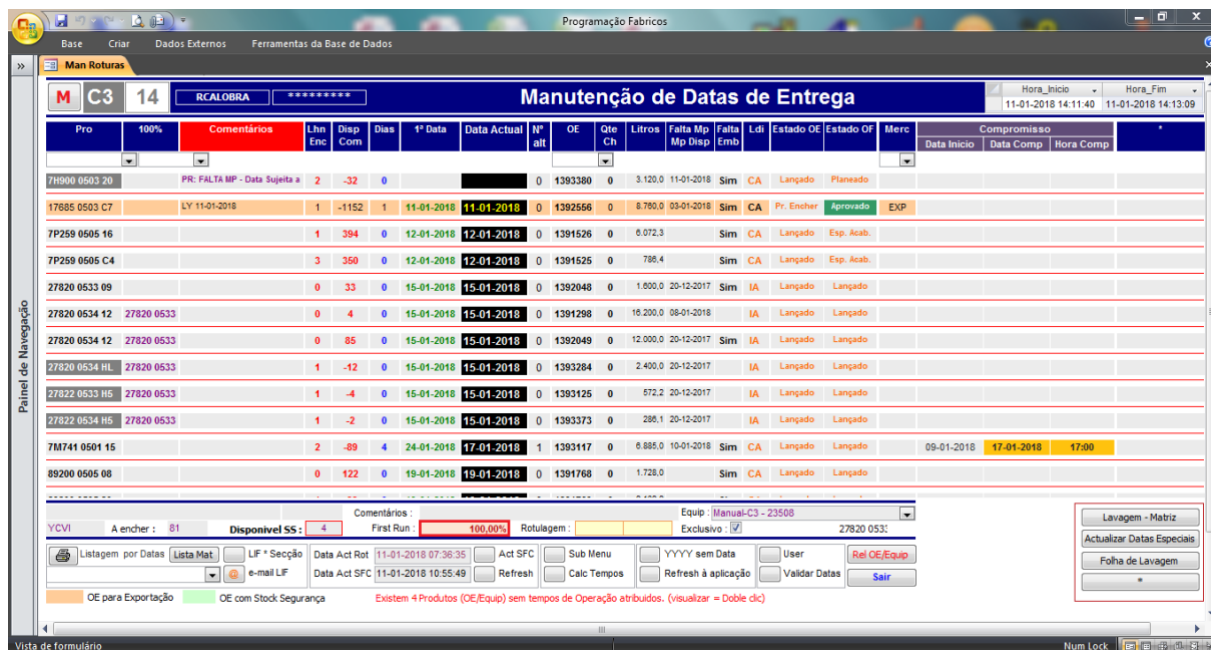


Figura 19-Ecrã da aplicação "Prog\_Fabricos"

### 3.9 Planeamento da Produção

As responsabilidades de elaborar o plano de produção e calcular necessidades de matérias-primas e embalagens necessárias para o cumprimento do plano de produção, de forma a maximizar o nível de serviço e ao mesmo tempo assegurar as boas práticas correntes da gestão de *stocks* dos produtos recaem sobre o departamento de planeamento da produção.

O lançamento de ordens de fabrico e/ou ordens de enchimento de produtos MTO é feito pelo departamento de planeamento a partir dos pedidos comerciais emitidos pela direção de vendas, pelo atendimento ou diretamente pelas lojas e centros de distribuição CIN, ou seja, estes produtos apenas são planeados quando existem encomendas por parte dos clientes. Atualmente, para este tipo de produtos, a CIN encontra-se preparada para aceitar todas as encomendas colocadas num horizonte temporal de 12 dias úteis.

Quanto aos produtos MTS, as ordens de fabrico e/ou ordens de enchimento correspondentes são lançadas em função do índice de cobertura, da classe e dos tempos de reposição por local de distribuição. Para este tipo de produtos, o departamento de planeamento consegue, com maior ou menor precisão, prever a necessidade de os produzir para repor *stocks*. Geralmente, as ordens de fabrico/enchimento correspondentes a estes produtos são lançadas no momento em que o índice de cobertura do produto iguala ou já é inferior ao seu *lead time* mais três dias úteis.

No entanto, uma vez que o módulo MRP do ERP atualmente implementado não está a ser utilizado, após o lançamento das ordens de fabrico/enchimento é necessário analisar manualmente as matérias-primas necessárias para o fabrico e, se estas estiverem em falta, encomendar as matérias-primas e embalagens necessárias. Só quando as matérias-primas e as embalagens estiverem disponíveis é que as ordens lançadas são libertadas para o departamento da direção de produção proceder ao seu escalonamento.

### 3.10 Escalonamento da Produção

As responsabilidades de efetuar o escalonamento da produção, ou seja, o sequenciamento e a programação da produção, recaem sobre o departamento de direção da produção. A tarefa de escalonamento consiste na elaboração de programas de fabrico e de enchimento de modo a assegurar o cumprimento dos prazos de entrega acordados com os clientes.

O programador recebe diariamente, do departamento de planeamento, informação relativa aos prazos de entrega de produtos especiais, ordens de fabrico e ordens de enchimento, uma lista de prioridades de fabrico de produtos de lote e especiais e, conjugando esses dados com a leitura que diariamente faz da fábrica, procede ao escalonamento da produção. As principais tarefas do programador são:

- Elaborar o programa de fabrico;
- Elaborar o programa de enchimento;
- Negociar prazos de entrega e quantidades com o planeamento quando necessário;
- Elaborar e lançar requisições de matérias-primas/embalagens/material auxiliar de fabrico.

Para o escalonamento dos produtos MTS e MTO existem regras que definem a prioridade a atribuir a cada produto, apresentadas na Figura 20.

Regra geral, o escalonamento é feito para um horizonte temporal de dois dias. No entanto, o escalonamento é atualizado diariamente, uma vez que surgem frequentemente imprevistos tais como pedidos urgentes, avarias nas máquinas ou absentismo, entre outros.

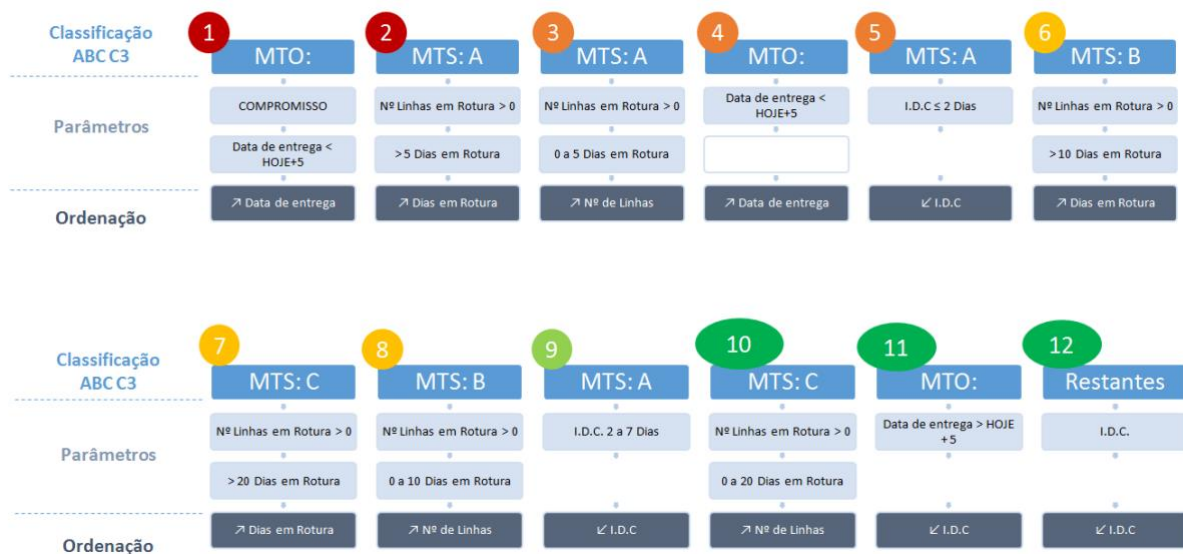


Figura 20-Prioritização de referências dos produtos *make-to-stock* e *make-to-stock*

### 3.11 Problemas do método de escalonamento atual

Atualmente, o método utilizado para realizar o escalonamento da produção está muito dependente do espírito crítico e da capacidade do programador, o que devido à complexidade da tarefa pode muitas vezes não resultar no programa mais eficiente. Além disso, para realizar o escalonamento, o programador faz uso de uma variedade de aplicações em MS Access desenvolvidas internamente, ou seja, não existe uma aplicação única que englobe todo o processo, o que não é eficiente e muitas vezes pode levar o programador a errar na transmissão de informação de uma aplicação para outra.



Uma melhoria que se espera obter com o APS é a redução do tempo de geração da programação e das eventuais reprogramações, que atualmente demora horas, e com o APS este tempo será reduzido a poucos minutos. Este fator torna-se muito importante quando se pensa no dia-a-dia da empresa, onde vários imprevistos podem surgir ao longo das operações, como por exemplo falta de matéria-prima, avaria das máquinas, problemas de qualidade do produto, absentismo ou rendimento de produção diferente dos tempos padrão utilizados, entre outros.

O pedido da necessidade de matérias-primas ao C0 devia ser automático quando uma ordem de fabrico é programada, o que atualmente não está a acontecer. O programador tem de verificar matéria-prima-a-matéria-prima se está disponível na fábrica em que é necessária e, caso não esteja, fazer o pedido ao armazém central.

A programação atual ignora os recursos, principalmente o recurso homem, assim como a sua real capacidade.

Outro problema atualmente existente é a necessidade que o programador tem de fazer a ronda pela fábrica de modo a analisar o estado das linhas para proceder ao escalonamento dos fabricos seguintes.

Tendo noção destes problemas e com o objetivo de otimizar o processo produtivo a CIN adquiriu um sistema APS.

O sistema que se pretende implementar visa não só facilitar o trabalho do programador, mas também fornecer-lhe uma ferramenta avançada de modo a que este consiga responder rapidamente a alterações súbitas na produção e produzir programas de produção o mais eficientes possível.

### 3.12 Escolha do novo Sistema para a Programação da Produção

Para a escolha do sistema que melhor correspondesse às necessidades da empresa, foi realizada uma análise ao mercado e foram selecionados, na primeira fase de seleção, quatro aplicações (ASPROVA, QUINTIQ, PREACTOR, SOFTINOV) que cumpriram com os requisitos apresentados pela CIN e que garantem suporte durante e após a implementação dos mesmos.

Numa fase posterior foi elaborada uma comparação qualitativa considerando vários critérios chave, tais como:

- custo de licença;
- custo de implementação;
- custo de manutenção anual;
- metodologia da implementação;
- experiência na indústria de tintas ou similares;
- flexibilidade da solução;
- dimensão da empresa, e
- proximidade e suporte pós-implementação.

O *software* escolhido para o desenvolvimento da implementação foi o *software* SOFTINOV APS, desenvolvido pela Softinov.

A seleção desta aplicação foi efetuada devido aos seguintes motivos: apresenta o custo mais baixo de todas as propostas, apresenta uma elevada possibilidade de modelação à realidade da CIN e é a solução melhor classificada no critério Proximidade e suporte pós-implementação fruto da localização da sua sede, em Aveiro, e da forte parceria com o INESC Porto.

A aplicação SOFTINOV APS possui dois critérios com fraca avaliação (experiência na indústria de tintas e dimensão da empresa) mas que são minimizados pela experiência em

processos similares (tem a solução instalada na indústria farmacêutica, com restrições de tanques) e através de parcerias com laboratórios de Investigação quer da Universidade de Aveiro quer da Universidade do Porto (Laboratório INESC TEC), que lhe permitem manter a sua dimensão ajustada às suas necessidades e os algoritmos de otimização no estado de arte da análise combinatória.

## 4 Implementação e Validação de Uma Ferramenta de Programação Avançada da Produção

Neste capítulo são descritas as medidas adotadas, durante o período da dissertação em ambiente empresarial, para lidar com os problemas apresentados no capítulo anterior, e as parametrizações necessárias para a implementação do sistema APS na fábrica.

Inicialmente é feita uma breve descrição do software a implementar. De seguida é definida a metodologia a utilizar, assim como os intervenientes no processo de implementação do SI.

Neste capítulo ainda são abordadas as tarefas levadas a cabo na fase de implementação desse sistema, nomeadamente a criação da *interface* entre sistemas, a parametrização dos centros de trabalho da fábrica e o ajuste do rendimento teórico das operações de moagem e enchimento.

### 4.1 *Software* a implementar: SOFTINOV APS

O SOFTINOV APS consiste num Sistema Avançado de Planeamento e Programação da Produção. Este sistema resulta de uma parceria entre a empresa Softinov e o Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência (INESC TEC). Nesta parceria, o INESC TEC surge como responsável pelo desenvolvimento do algoritmo multicritério de otimização do planificador, sendo a restante programação da responsabilidade da Softinov. Este *software* foi criado com o intuito de apoiar as empresas na melhoria das atividades de gestão de processos produtivos.

Esta ferramenta funciona como um sistema de apoio à decisão, que faz uso de algoritmos matemáticos avançados, de modo a fornecer a melhor sequência de produção tendo em consideração as restrições estabelecidas.

Segundo o *website* da Softinov, o *software* SOFTINOV APS apresenta-se como uma ferramenta indispensável, para apoiar os gestores da produção, de forma a ajudar no aumento da produtividade e da competitividade global de todo o processo produtivo. Para isso tenta alcançar os seguintes objetivos:

- Cumprir os prazos de entrega;
- Minimizar os tempos de *setup*, inatividade e paragens;
- Maximizar a utilização de máquinas e mão-de-obra;
- Gerir sobreposições de operações paralelas;
- Utilizar algoritmos matemáticos para obter, de forma expedita, uma boa solução dando a possibilidade de utilizar vários critérios de otimização em simultâneo;
- Disponibilizar uma *interface* gráfica para auxiliar o utilizador na tomada de decisões, de forma intuitiva e de utilização fácil e confortável.

A integração do APS com outros sistemas, permite-lhe fazer um planeamento mais eficiente, uma vez que considera a realidade global da empresa. Esta comunicação pode ser feita com qualquer sistema, por ser feita através de ficheiros XML.

O Softinov APS fornece também ao utilizador vários gráficos de Gantt, onde é possível visualizar os resultados da programação efetuada, nomeadamente:

- Gantt de Recursos, onde se visualiza a programação efetuada com todas as operações por recurso. Na Figura 21 é possível visualizar um Gantt de Recursos do sistema Softinov APS;

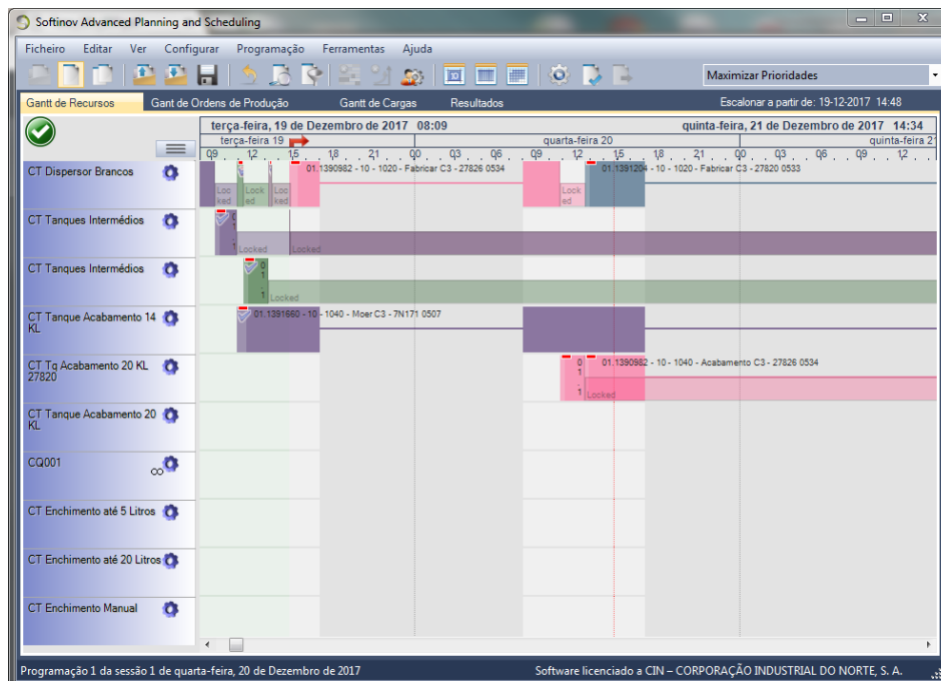


Figura 21-Gantt de Recursos

- Gantt de Ordens de Produção, onde é possível visualizar a disposição temporal das mesmas. Na Figura 22 é possível visualizar um Gantt de Ordens de Produção do sistema Softinov APS;

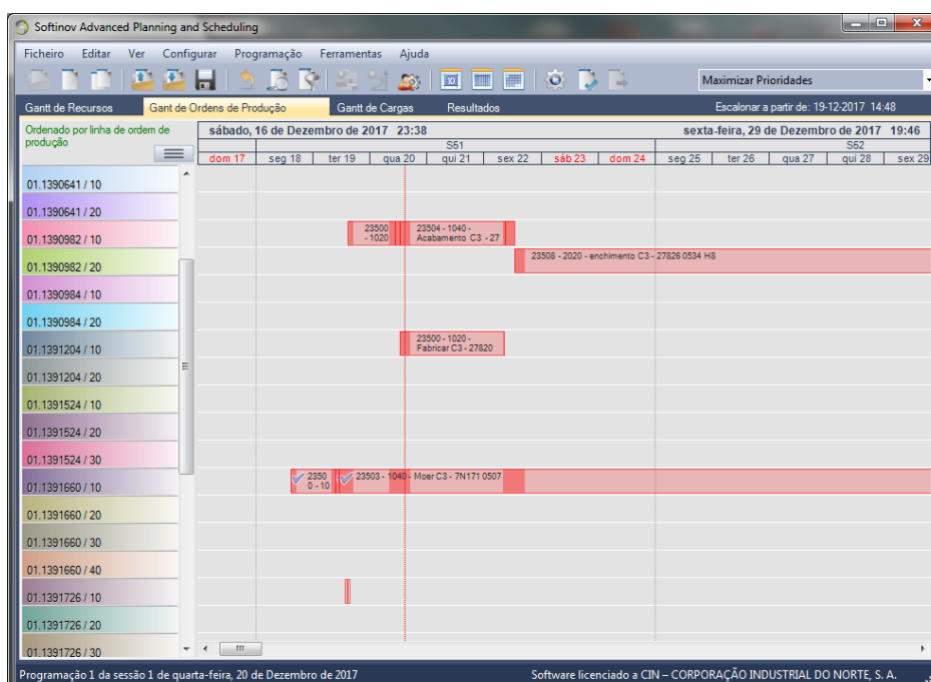


Figura 22-Gantt de Ordens de Produção

- Gantt de Cargas onde se pode visualizar toda a informação relativa à carga alocada aos diferentes recursos.

O Softinov APS fornece também um Painel de Controlo e Otimização onde o utilizador poderá comparar as várias programações efetuadas e os seus indicadores para que de uma forma mais concreta possa decidir qual das simulações deverá aprovar e enviar para a produção.

O Softinov APS permite:

- Gerar e comparar programações ou programas de produção;
- Reprogramar operações e ordens de produção;
- Calcular prazos de execução;
- Estimar datas de entrega;
- Avaliar a utilização de recursos;
- Acompanhar a evolução da produção.

Quando devidamente implementado, este *software* pode oferecer os seguintes benefícios à empresa:

- Aumento de produtividade;
- Melhoria do nível de serviço;
- Melhoria na utilização da capacidade produtiva;
- Redução do *Work in Process* (WIP);
- Redução dos níveis de *stock*;
- Redução de *Lead Time*;
- Redução dos custos provenientes da produção.

No anexo B encontram-se descritos alguns conceitos relevantes para o APS que se têm vindo a referir ao longo do texto.

## 4.2 Implementação do SOFTINOV APS na CIN

Após uma breve descrição do *software* a implementar, será apresentada, nos subcapítulos seguintes, a metodologia seguida durante a sua implementação assim como os aspetos mais relevantes.

### 4.2.1 Metodologia Utilizada

A metodologia adotada para este projeto, tem por objetivo definir as diferentes fases seguidas pela CIN durante a implementação do SOFTINOV APS. De uma forma geral, vai de encontro à metodologia apresentada no subcapítulo 2.4.7, ou seja, a implementação do sistema APS, no decorrer desta dissertação, considerou as seguintes fases de implementação:

- Fase de Avaliação: fase onde ocorreram as decisões que levaram à necessidade de implementar um sistema APS. As atividades desta fase consistiram na análise do estado da empresa, dos seus processos e daquilo que era pretendido, e na escolha do sistema a implementar. Esta fase já se encontrava terminada aquando do início desta dissertação;
- Fase de Projeto: fase onde ocorreu o desenrolar de todas as atividades necessárias ao desenvolvimento do sistema, como formação da equipa de implementação, a modelação do sistema, a preparação das estruturas de dados internas e da base de dados para integrar os sistemas, a instalação do protótipo, os testes de validação, a formação dos utilizadores e o *go-live*.

No entanto, as anteriores fases do projeto podem ser divididas em mais etapas:

- Desenho de processos;
- Definição e instalação da *interface*;
- Configuração e desenvolvimento da solução;
- Validação da solução;
- Formação dos utilizadores;
- Arranque da solução e acompanhamento.

A forma como estas atividades foram desenvolvidas foi o ponto de partida para o sucesso deste projeto.

Desde o início do projeto foi criado um plano de ações, que serviu de guião para a implementação, onde foram documentadas todas as ações a executar e os erros/problemas a resolver. A Figura 23 ilustra o plano de ações.

CIN Plano de ações – Projecto APS											
Data Última Atualização: 06-10-2016		Último ID: 120		Imprimir							
ID	Objecto	Ação	Responsável	Estado	Sugerido por	Data da	1ª Data	Data Prevista Atual	Ponto Situação	Data	Column1
116	ERP	Parametização do CT 23502 (CT Intermedios). Analisar qual a melhor solução e que impacto tem no APS. Parametrizar como Tranque e definir o outro tanque como 1º acabamento. OU manter situação actual (situação detectada na simulação de 19-12-2017)	Tiago Mimoso	Planeado	CIN	19-12-2017					
117	ERP	Analisar contra-tipos IBC-> Líquidos e BB-> Sólidos. Agregar necessidades e unir tudo no mesmo material.	Pedro Cruz	Planeado		19-12-2017					
118	INTERFACE	Possibilidade de adicionar operações não previstas (agitação de tanques; agitação prévia ao enchimento)	Tiago Mimoso	Planeado	Isabel Lopes	19-12-2017					
119	ERP	KITS -> anançar com KITS no ERP (parametrizável no ERP)	Tiago Mimoso	Planeado	Isabel Lopes	19-12-2017					
120	PROTOTIPO	Possibilidade de programar de forma anual (Ficheiro no middleware)	Tiago Mimoso	Planeado	Isabel Lopes	19-12-2017					

Figura 23-Plano de ações APS

#### 4.2.2 Equipa de implementação

A fase de projeto iniciou-se com a formação da equipa de implementação. O desenvolvimento e a implementação do sistema estão fortemente dependentes da intervenção e do envolvimento de vários departamentos e pessoas, tal como esquematizado na Figura 24.

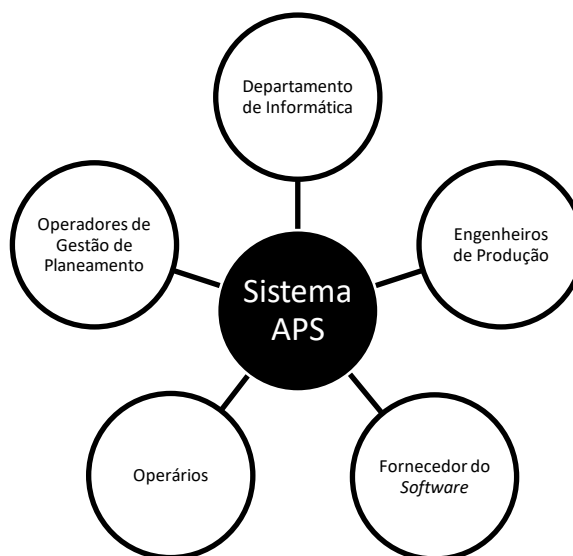


Figura 24-Intervenientes na implementação do sistema APS

O departamento de informática foi o responsável pela programação da *interface* de integração do sistema APS com o ERP e o MES da empresa, ASW e SFC respetivamente. Este tema será abordado com mais detalhe no subcapítulo 4.2.3.

O fornecedor do *Software* foi o responsável pela modelação e pelo desenvolvimento do sistema.

Os Engenheiros de Produção foram responsáveis pela especificação e pela validação dos ficheiros de *interface*, pelas parametrizações necessárias, assim como pelos testes de validação do *software*. Foi nesta equipa que este projeto de dissertação em ambiente empresarial esteve integrado.

Os operadores de gestão de planeamento e os operários auxiliaram os engenheiros de produção nas diversas parametrizações necessárias à implementação.

Ao longo deste projeto foram realizadas várias reuniões entre os vários elementos da equipa de implementação onde foram discutidos assuntos relevantes para o tema em questão.

### 4.2.3 Integração do sistema

Formada a equipa de trabalho, deu-se início à implementação do sistema, começando com a criação de uma *interface* de comunicação entre sistemas. De acordo com o que foi referido no segundo capítulo desta dissertação, os sistemas APS não são sistemas transacionais, desse modo, não substituem os sistemas atualmente implementados, necessitando desses sistemas para operar. Por outro lado, quando se pretende integrar um sistema com capacidade finita com outros sistemas de planeamento e controlo, é necessário decidir qual o nível de integração mais adequado, ou seja, é necessário definir quais os dados a que o programa necessita de ter acesso de modo a permitir o seu correto funcionamento.

A Figura 25 apresenta o fluxo de informação entre o APS e os restantes sistemas.

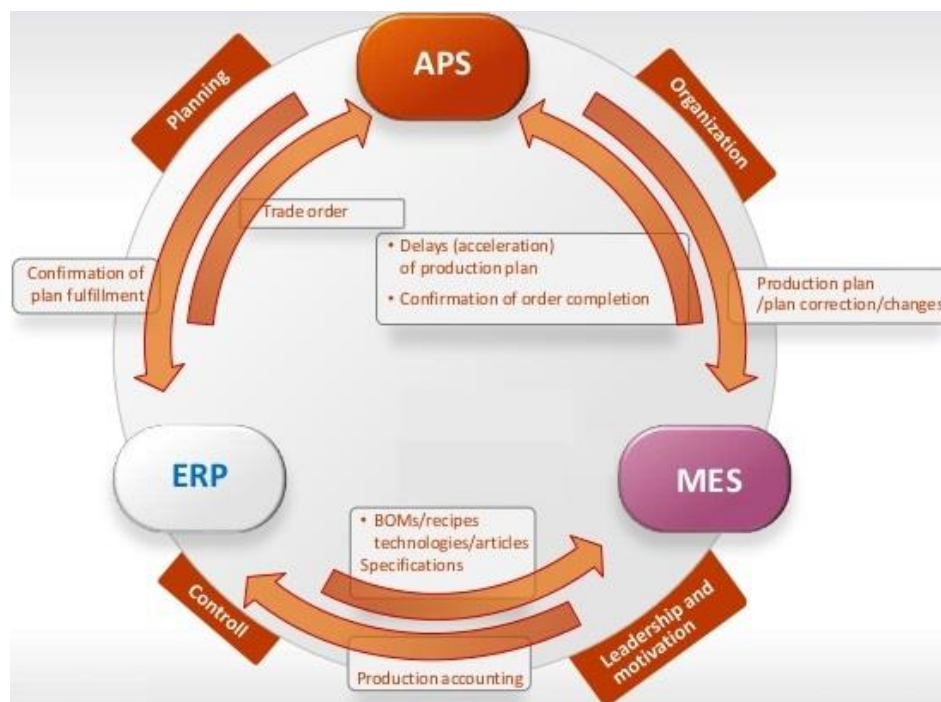


Figura 25-Representação da comunicação entre sistemas

Tendo em vista os fatores acima apresentados e uma vez que o APS, o ASW e o SFC são sistemas desenvolvidos em plataformas diferentes, sentiu-se a necessidade de criar uma *interface* de comunicação entre os 3 sistemas. Esta *interface* irá permitir que a nova aplicação possa comunicar com as aplicações já implementadas, ou seja, que os sistemas existentes na empresa, desenvolvidos em plataformas diferentes, sejam compatíveis.

A comunicação entre sistemas funcionará por via de ficheiros \*.xml, onde a informação que o APS importa dos restantes sistemas se encontra definida.

A programação da *interface* entre sistemas foi uma das tarefas mais complexas. Neste caso, a CIN optou por desenvolver a *interface* de integração *in-house*, de acordo com as suas necessidades. Recorreu-se então ao conhecimento e às tecnologias disponíveis internas da equipa de SI/TI para o respetivo desenvolvimento.

A *interface* consiste num módulo independente e unidirecional, programado na linguagem SQL Server que, neste caso, apenas pode ser invocado pelo APS. Esta *interface* pode ser alterada sempre que a modificação de sistemas o exija.

Os ficheiros de *interface* criados para consulta foram os seguintes:

- APS ALTRESOURCE – Ficheiro que armazena os dados base dos recursos alternativos existentes para uma determinada operação, como código do recurso, prioridade do recurso, etc;
- APS ARTICLE - Ficheiro que armazena os dados base dos vários artigos existentes, como código atribuído, o nome e o grupo no qual se encontram inseridos;
- APS CALENDAR - Ficheiro que armazena informação relativa ao calendário;
- APS CALENDARYEAR – Ficheiro que indica o ano associado ao calendário;
- APS CALINTERVAL – Ficheiro que armazena informação sobre paragens previstas para a produção, como feriados, férias dos operários, etc;
- APS CAPACITYCHANGE- Ficheiro que contém informação relativa a alterações da capacidade dos CT que eventualmente possam ocorrer, por exemplo, mudança para um turno com um número inferior de operários;
- APS CHARACTERISTICSPEROPERATION – Ficheiro que armazena informações detalhadas das características associadas a cada operação. As informações gerais sobre as operações estão contidas no ficheiro “APS\_OPERATIONS”. Um número ilimitado de características pode estar associado a uma só operação;
- APS MATERIALPEROPERATION - Ficheiro que guarda informações detalhadas sobre as matérias-primas necessárias para a execução das operações. As informações gerais sobre as operações estão contidas na tabela “APS\_OPERATIONS”. Um número ilimitado de matérias-primas pode estar associado a uma só operação;
- APS NEEDED SUBRESOURCES - Ficheiro que contém fornece informação sobre os sub-recursos necessários para a execução da operação;
- APS OPERATION - Ficheiro que contém informações detalhadas sobre as operações necessárias para a execução das linhas das ordens de produção. As informações gerais sobre as linhas das ordens de produção estão contidas na tabela “APS\_POLINE”. Um número ilimitado de operações pode estar associado a uma só linha de uma ordem de produção;
- APS POLINE - Ficheiro que contém informações detalhadas sobre os produtos a serem produzidos para uma ordem de produção específica. As informações gerais sobre a ordem de produção estão contidas na tabela da “APS\_PRODUCTIONORDER”. Uma ordem de produção pode conter um número ilimitado de linhas de ordem de produção;
- APS PRECEDENCE - Ficheiro que retém informações relativas às precedências das operações;



- APS\_PRIOPARAMETERSPERARTICLE - Ficheiro que mostra informação relativa à prioridade de parâmetros por artigo;
- APS\_PRODUCTIONORDER - Ficheiro que especifica informações detalhadas sobre as ordens de produção, como o ID atribuído, código atribuído, grau de prioridade, data possível para o início do fabrico e possível data de solicitação;
- APS\_RAWMATERIALDELIVERY - Ficheiro que fornece informação sobre as transferências de matérias-primas;
- APS\_RESOURCE - Ficheiro que guarda informações detalhadas sobre os recursos existentes, que podem ser centros de trabalho, equipamentos ou outros recursos da empresa. Uma atribuição ideal de recursos é uma parte importante do processo de planeamento e produção. Os recursos encontram-se divididos em duas categorias, recurso principal e sub-recurso;
- APS\_RESOURCECHARMATRIX - Ficheiro que alimenta a matriz de mudança de recursos;

O acesso à *interface* é efetuado através de um *Web Service* e funciona do seguinte modo:

- 1) **setApsStartLoad** - pedido assíncrono para pedido de início de cálculo. Serve para invocar a função de cálculo da informação (processo que demora alguns minutos uma vez que exporta a informação para o *middleware* e cria as tabelas de *interface*)
- 2) **getApsStatus** - pedido síncrono que devolve o estado do cálculo. Serve para o APS saber se a tarefa 1) já terminou.
- 3) **getApsInfo** - pedido síncrono que devolve o resultado do cálculo. Serve para o APS exportar a informação criada na tarefa 1), assim que a tarefa 2) devolva que já o pode fazer.

#### 4.2.4 Validação dos ficheiros de *interface*

No âmbito do presente projeto foi efetuada uma análise detalhada dos ficheiros de *interface* e a respetiva validação. A validação de dados é o processo que confirma que os dados estão de acordo com o que era esperado. O principal objetivo deste processo consiste em confirmar que a *interface* está corretamente programada, ou seja, que está a importar corretamente os dados do ASW, tornando-se assim um processo trivial, de elevada importância e que deve ser executado com o máximo de rigor. Um conjunto de dados imprecisos irá causar um impacto negativo no funcionamento do APS, podendo até, em casos extremos, impedir o seu funcionamento.

O processo de validação consistiu na análise e na comparação dos dados fornecidos pela *interface* com os dados lidos no ASW. Para isso, a equipa de IT, à medida que ia programando os diferentes ficheiros, fornecia um conjunto de dados no formato .xlsx, para se proceder à sua validação. Este processo de validação foi efetuado utilizando a técnica avaliação por observação dos dados fornecidos pela equipa de IT.

Esta tarefa foi levada a cabo com o intuito de alcançar os seguintes objetivos:

- Levantamento de não conformidades;
- Garantia da correta programação da *interface*, essencial ao correto funcionamento do programa;

Deste processo resultaram várias ações corretivas, as quais foram direcionadas ao departamento de IT para procederem às devidas correções.

Este processo decorreu ao longo de quase todo o projeto, uma vez que estavam frequentemente a surgir erros na *interface*. No entanto, esses erros foram corrigidos, sendo

que nenhum apresentou consequências graves que impedisse a implementação do sistema. A seguir é apresentado um exemplo de um erro, entre outros, que foram ocorrendo:

- No ficheiro APS\_OPERATION verificou-se que nas operações em curso, as operações de afinação de cor apareciam sempre com valor zero, ao contrário das restantes operações que estavam todas a 100%, o que não podia acontecer. Após análise com o IT verificou-se que existia um erro no cálculo (estava-se a multiplicar em vez de dividir). Para a operação de afinação de cor foi alterada a origem da informação. Entendeu-se ainda que sempre que ultrapassar os 100% deve enviar 100%.

#### 4.2.5 Manual de apoio à interface

Por forma a documentar a criação da *interface* entre sistemas foi elaborado um Manual de Apoio.

O Manual de Apoio tem como objetivo explicar, de uma forma clara e objetiva, todos os ficheiros de *interface* criados, assim como aspetos característicos a ter em conta nos dados de alimentação do programa. Na realização deste manual, teve-se em atenção o uso de uma linguagem clara e a explicação objetiva de cada um dos ficheiros de *interface* criados. É possível visualizar na Figura 26, um excerto deste manual.

CIN

MANUAL DE APOIO À BASE DE DADOS DO APS

1. Production Order

Esta tabela especifica informações detalhadas sobre as ordens de produção como o ID atribuído, código atribuído, grau de prioridade, data possível para o início do fabrico e possível data de solidificação. A informação contida nesta tabela é da responsabilidade do IT.





	Pressuposto:	Exemplo	Notas	Fonte
Production Order ID	<p>ID atribuído à ordem de fabrico.</p> <p>1) OF – identifica o número de OF</p> <p>2) OE – com OF associada → OF</p> <p>3) OE sem OF associada → OE</p> <p>Apenas são enviadas as OF e OE em estado 20 (Fabrico por iniciar, mas com OF lançada) e 40 (Fabrico em curso). Se a OF se encontrar em estado 10, não passa para o sistema.</p>	<p>EmpID.OF</p> <p>01.1382967</p>		ERP -> Interface
POCODE	(Atualmente não preenchido)			ERP -> Interface
POPRIORITY	<p>Grau de prioridade atribuído pelo APS de acordo as restrições definidas.</p> <p>Um valor menor significa uma prioridade maior.</p>	1		ERP -> Interface
Possible start date	<p>Data possível para o início do fabrico. Este campo é atualizado de acordo com a utilização ou não de graneis da seguinte forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Sem uso de graneis:</u> é atualizado com a data de lançamento;</li> <li><u>Com uso de graneis:</u> é atualizado com a data + 1 após chegada do granel.</li> </ul> <p>Valor predefinido para a hora: 08:00</p>	<p>2017-10-19</p> <p>08:00:00.000</p>		ERP -> Interface

Figura 26-Manual de Apoio à Interface

#### 4.2.6 Parametrização dos Centros de Trabalho

Após a criação da *interface* de comunicação entre sistemas, foi necessário realizar a parametrização dos centros de trabalho existentes na fábrica, identificando as restrições de tecnologia e a capacidade de cada um. É importante referir que o processo de parametrização é um processo muito delicado e demorado, uma vez que é o ponto de partida para o bom desempenho do sistema, tornando-se muitas das vezes a principal razão de problemas encontrados.

Analisando a fábrica C3 verificou-se que esta é composta por um Centro de Custo que agrega nove centros de trabalho. Os centros de trabalho associados ao fabrico estão diferenciados pelo subprocesso que é realizado em cada um (Dispensor, Moagem, Acabamento Base Solvente, Acabamento Base Aquosa) enquanto os três centros de trabalho associados ao Enchimento se diferenciam pelo tipo de embalagens permitidas (uma linha só permite embalagens entre os 0,1 e os 5 litros, outra só permite o enchimento entre 1 a 20 litros e outra permite o enchimento entre 5 a 200 litros).

A fábrica partilha com a Nave Central, Vernizes e Diluentes o laboratório de controlo de qualidade da Nave Central.

Concluída a análise, os centros de trabalho foram introduzidos no ASW, sendo-lhes atribuída uma designação do tipo “CT-XXXXX”:

- CT-23500: Centro de trabalho onde se encontra o Dispensor de Brancos, internamente designado por DP-21;
- CT-23501: Centro de trabalho onde se encontram os moinhos. Atualmente a fábrica dispõe de dois moinhos, o Supermill HM 90 e o Supermill EHP-50, designados internamente por ML-25 e ML-27, respetivamente. Estes moinhos podem ser utilizados em série ou em paralelo;
- CT-23502: Centro de trabalho onde se encontram os tanques intermédios. Atualmente a fábrica dispõe de 2 tanques intermédios, o TF-245 e o TF-251. Ambos os tanques apresentam a mesma capacidade (10000 litros), no entanto, o TF-245 é utilizado para produtos de base aquosa e o TF-251 para produtos de base solvente;
- CT-23503: Centro de trabalho onde se encontra o Tanque de Acabamento TF-246. Este tanque é utilizado para produtos de base solvente e tem uma capacidade de 15000 litros;
- CT-23504: Centro de trabalho onde se encontra o Tanque de Acabamento designado por TF-247. Este tanque é utilizado para produtos de base aquosa e apresenta uma capacidade de 23000 litros;
- CT-23505: Centro de trabalho onde se encontra o Tanque de Acabamento TF-248. Este tanque é utilizado para produtos de base solvente e tem uma capacidade de 23000 litros;
- CT-23506: Centro de trabalho respeitante à linha de enchimento automático ME-29. Esta linha permite enchimentos de 0,1 a 5 litros;
- CT-23507: Centro de trabalho onde se insere a linha de enchimento automático ME-30. Esta linha permite enchimentos de 1 a 20 litros;
- CT-23508: Centro de trabalho onde se encontra a linha de enchimento manual. Esta linha de enchimento comporta enchimentos de 5 a 200 litros.

Os centros de trabalho acima parametrizados estão relacionados com os recursos principais existentes na fábrica. Para além dos recursos principais, esta fábrica dispõe ainda dos seguintes sub-recursos:

- CT-23509: Centro de trabalho associado aos recursos humanos. Atualmente a fábrica dispõe de 4 operários.

- CT-2350A: Centro de trabalho onde se encontra o Filtro Russel. O Filtro Russel consiste numa ferramenta necessária para o enchimento manual.

Ainda relativamente à parametrização dos centros de trabalho, foi solicitado pela Softinov que fosse estabelecida a relação entre os centros de trabalho e as diferentes fases de produção de um produto, identificando os recursos e sub-recursos necessários para a realização de cada operação. No anexo C encontra-se o documento enviado à Softinov onde é feita a identificação dos recursos e sub-recursos necessários em cada etapa do processo de fabrico do produto acabado na fábrica de brancos.

A Figura 27 mostra a parametrização dos centros de trabalho da unidade 3 identificando as operações que neles ocorrem, assim como a tecnologia e restrição de capacidade.

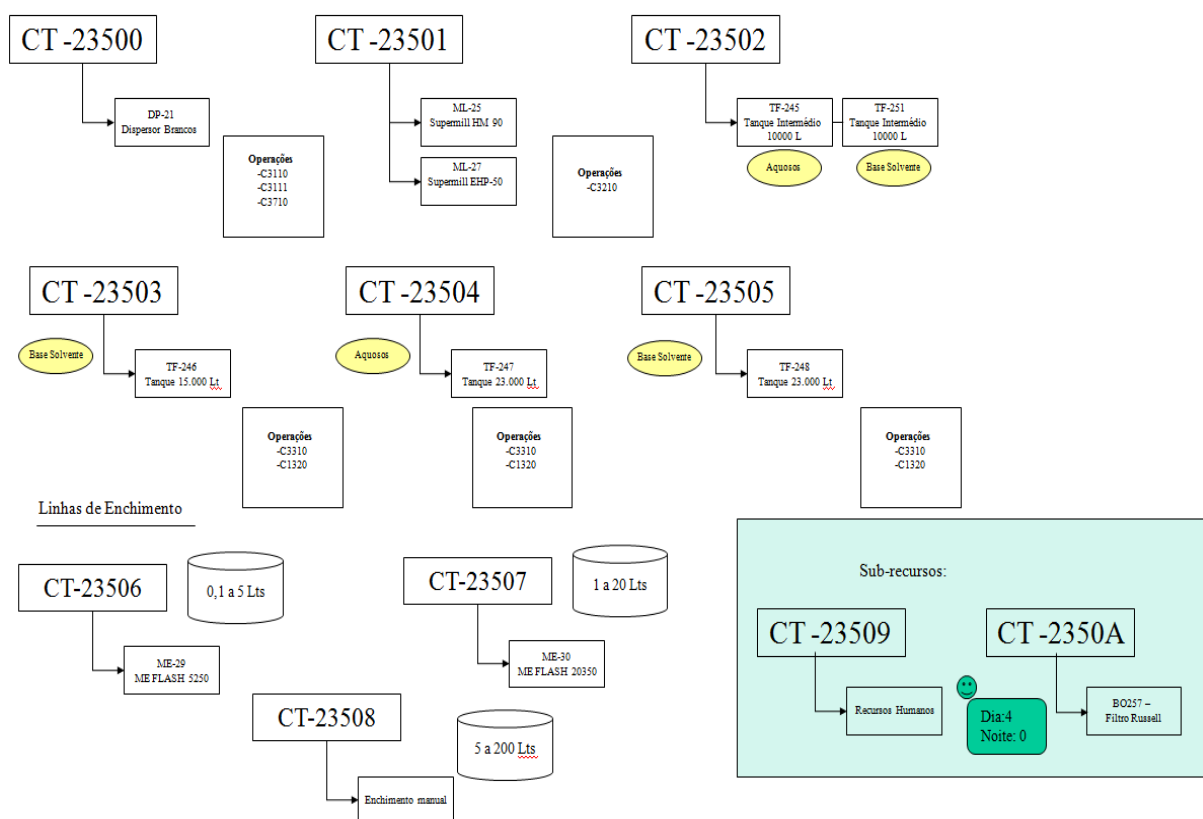


Figura 27-Parametrização dos Centros de Trabalho da Fábrica de Brancos

#### 4.2.7 Bloqueio e desbloqueio de tanques

A funcionalidade de bloqueio e desbloqueio dos tanques não era uma opção *standard* do APS pelo que foi desenvolvida exclusivamente para o caso CIN. A importância desta funcionalidade prende-se com o processo produtivo da empresa, uma vez que os equipamentos, ao longo do processo, ficam bloqueados com produto no seu interior.

Para isto, fez-se uma análise ao processo produtivo com o intuito de identificar o *trigger* que desencadeia o bloqueio/desbloqueio de cada centro de trabalho. Na Figura 28 é possível verificar os resultados dessa análise onde, nas abcissas, 10, 20, 30, 40, 50 e ench 10 representam respetivamente a operação fabricar, transferência, transferência com moagem, acabamento, controlo de qualidade e enchimento, e, nos dados do gráfico, B e D representam o bloqueio e desbloqueio, respetivamente.

Feita esta análise, concluiu-se que seria necessário realizar novas parametrizações no ERP e algumas alterações ao nível da *interface*, nomeadamente:

- 1) Novas parametrizações ao nível do ERP:
  - a. Criar novas operações de forma a poder distinguir os tanques destino: a operação bombar (C3710) terá de ser dividida em:
    - i. C3711: transferir produto para o tanque de acabamento;
    - ii. C3712: transferir produto para o tanque de apoio à moagem;
  - b. Atribuir as operações de transferência de produto sempre aos tanques destino. Exemplos: bombar, moer.
- 2) Alterações nos ficheiros de *interface*:
  - a. Na *interface*, o ficheiro APS\_OPERATION terá de ter as seguintes *tags* adicionais:
    - i. RESOURCEBLOCKCODE: no início da operação bloqueia o recurso;
    - ii. RESOURCEUNLOCKCODE: no fim da operação desbloqueia o recurso;
    - iii. NONPARALLELGROUPID: garante que operações com a mesma precedência não possam ser executadas em simultâneo.

Esta informação foi submetida à equipa de IT e à Softinov para procederem às alterações necessárias.

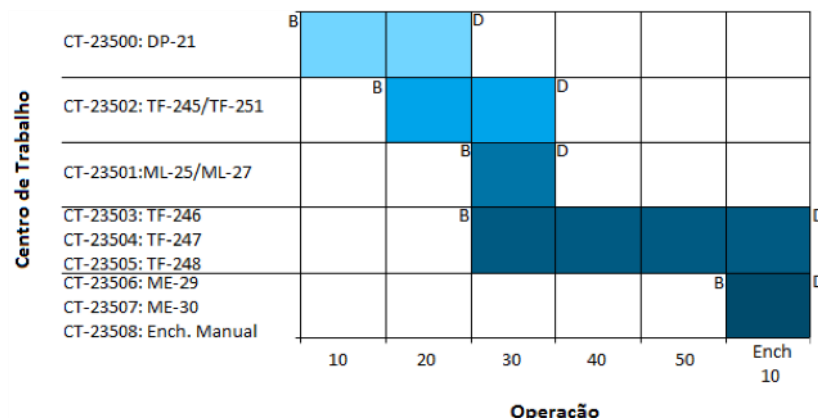


Figura 28-Bloqueio/Desbloqueio dos tanques

#### 4.2.8 Ajuste do rendimento teórico das operações de Moagem e Enchimento

De modo a que o sistema consiga produzir cronogramas de produção mais eficientes e o mais próximo possível da realidade, foi necessário verificar se os tempos de duração *standard* das operações se encontravam bem definidos. Após uma breve análise verificou-se que a maioria dos tempos já se encontravam desatualizados, devido a:

- Substituição de equipamentos, como é o caso dos moínhos que foram substituídos por moínhos de maior caudal, logo mais eficientes;
- Otimização do processo produtivo;
- Constante atualização das formulações do produto;
- Aumento da dimensão dos lotes.

Pelas razões expostas foi necessário ajustar o rendimento teórico das operações de moagem e enchimento à realidade atual, tendo-se recorrido ao SFC (ver Figura 29) para analisar e classificar, juntamente com o chefe de equipa da fábrica, as operações que apresentavam um grande desvio relativamente ao tempo teórico previsto. Caso não fosse detetada uma avaria,

ou outro qualquer tipo de contratempo extraordinário, estas operações foram posteriormente classificadas com “Tempo *Standard* Desadequado”, e consequentemente o tempo *standard* foi alterado.

Ao realizar este ajuste verificou-se que o SFC não estava a importar corretamente os tempos *standard* do ASW, pelo que o fornecedor desse sistema foi contactado de modo a proceder às respetivas correções.

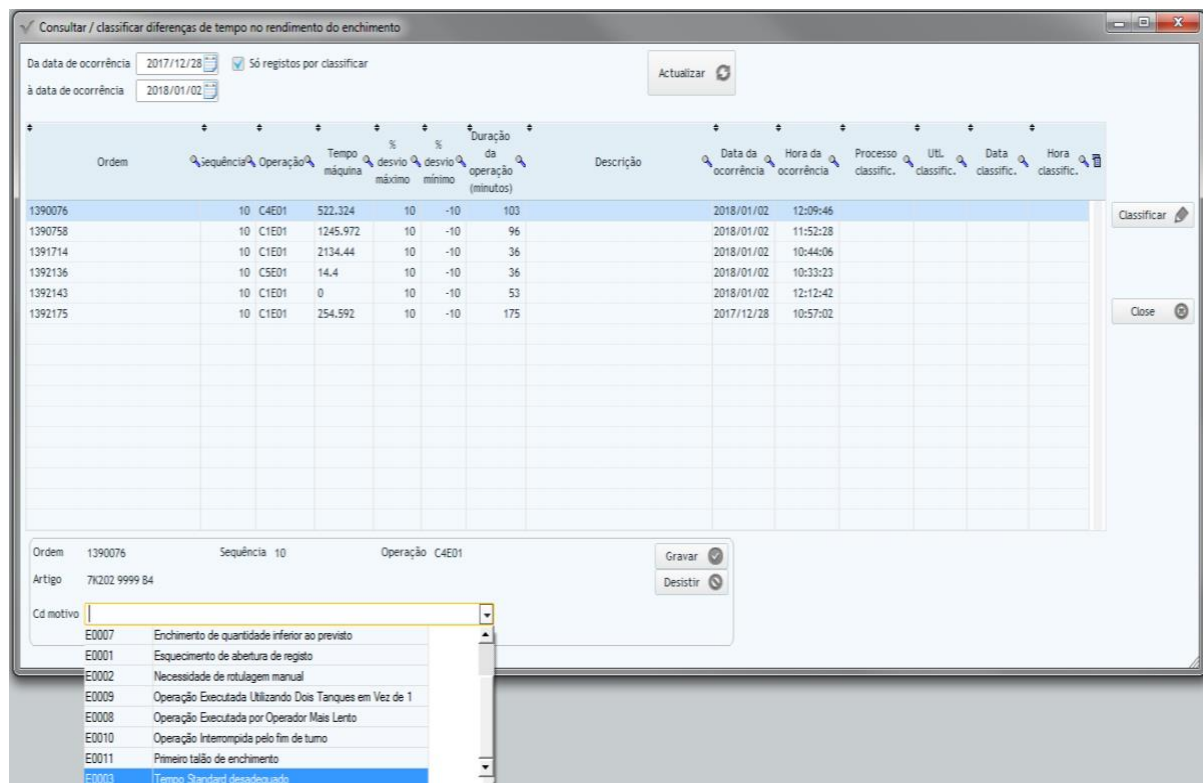


Figura 29-Consultar/Classificar diferenças de tempo no rendimento do enchimento

### 4.3 Instalação e configuração do protótipo

Efetuada os ajustes necessários para receber o novo sistema, procedeu-se à instalação de um protótipo do sistema num computador da CIN com um objetivo de testar o seu funcionamento em ambiente industrial e, seguidamente, proceder à validação dos vários cenários de programação por este gerados. A forma como decorreu este processo de validação será exposta no subcapítulo 4.4.

#### 4.3.1 Introdução dos dados

Após a instalação do protótipo foi necessária a introdução de dados no sistema. O primeiro passo para a configuração do sistema consistiu na configuração do calendário, introduzindo todos os feriados e pausas programadas. A Figura 30 apresenta a *interface* de manutenção dos calendários do SOFTINOV APS.

Em seguida efetuou-se a configuração dos turnos de trabalho. Atualmente a CIN trabalha em dois turnos diários, ocorrendo o primeiro turno das 8h00 às 17h00 e o segundo turno das 17h00 às 02h00. A Figura 31 apresenta a *interface* de manutenção dos turnos de trabalho.

Os restantes dados, como por exemplo os centros de trabalho, não foram necessários configurar em sistema uma vez que o sistema os importa da *interface*.

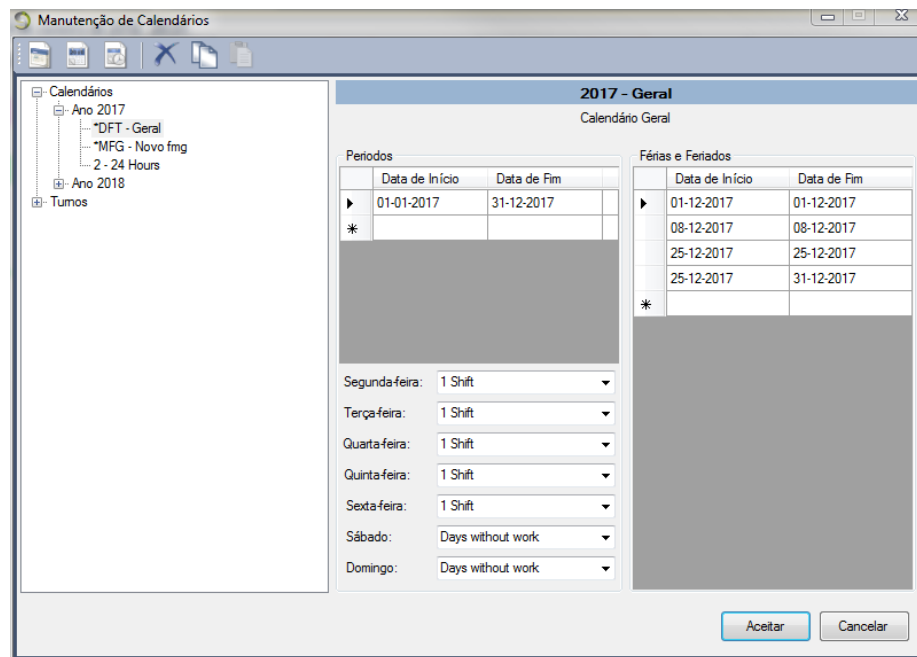


Figura 30-Manutenção de Calendários

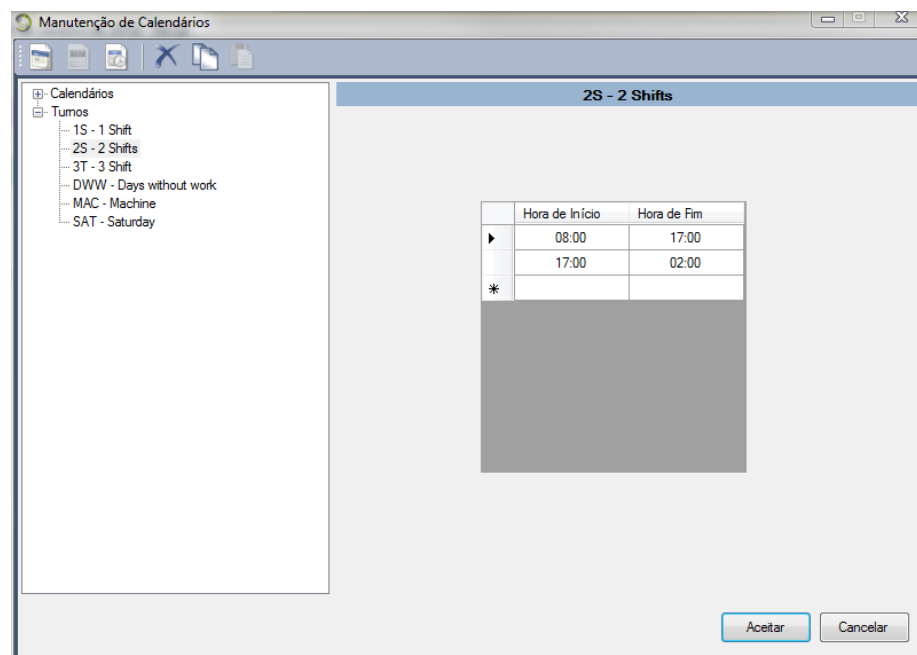


Figura 31-Manutenção dos turnos de trabalho

#### 4.3.2 Manual do Utilizador

Nas negociações entre a CIN e a Softinov foi estabelecido que a elaboração dos manuais do utilizador final era da responsabilidade da CIN.

O manual tem como finalidade explicar, de uma forma clara e objetiva, todos os passos relativos a todos os procedimentos executados pelos utilizadores finais. Na elaboração deste manual foi dada especial atenção à utilização de uma linguagem simples e à explicação

objetiva de cada um dos passos, incluindo imagens ilustrativas, por forma a facilitar a compreensão por parte do utilizador final, como se pode observar na Figura 32.



## 1. Visão Geral

Quando se inicia a aplicação do SOFTINOV APS é apresentada a interface principal de utilização. A Figura 1 mostra o ecrã inicial do APS.

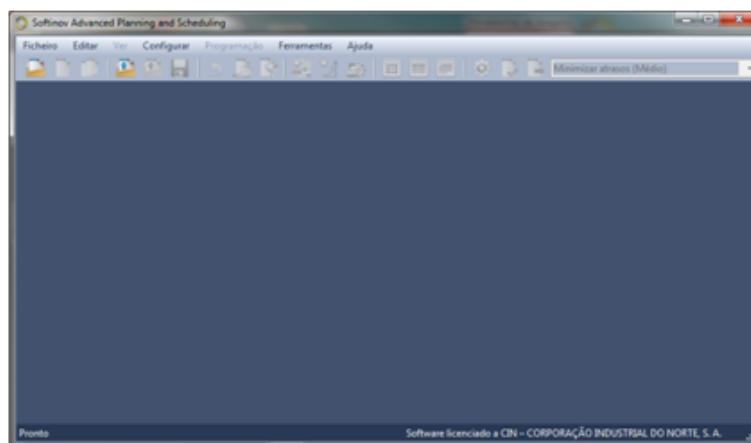


Figura 1-Ecrã Inicial APS.

Na barra de atalhos encontramos ícones associados a quase todas as funções existentes. De seguida é possível visualizar uma breve descrição de alguns ícones desta barra.



Figura 32-Barra de Atalhos.



Atalhos associados ao menu "Ficheiro" onde é possível realizar funções como: criar nova sessão, criar nova programação e nova programação a partir da atual, respetivamente.



Atalhos também associados ao menu "Ficheiro" onde é possível realizar funções como: abrir programação, fechar programação e guardar programação, respetivamente.



Atalhos associados ao menu "Ficheiro" onde é possível realizar funções como: anular, procurar e filtrar, respetivamente.

Figura 32-Manual do Utilizador

### 4.3.3 Gerar um plano de produção com o APS

Gerar um plano de produção com o APS é muito mais rápido do que com o método CIN. No método CIN, a tarefa de realizar o escalonamento da produção é demorada, podendo levar mais de 1 hora para fazer o escalonamento das Ordens de Produção. Com o APS esta tarefa é muito mais rápida e gerar um plano demora menos de 1 minuto. Para demonstrar a facilidade e a rapidez com que se gera um plano de produção utilizando o APS mostra-se agora um excerto do Manual de Utilizador onde se pode ver os passos a seguir para gerar um plano:

1. A primeira tarefa a executar para gerar um plano de programação no APS é a "Importação dos Dados". Esta tarefa consiste na importação dos dados relativos a todas as ordens de fabrico e/ou enchimento lançadas no sistema. Para proceder à importação dos dados atualizados do ERP o utilizador deve selecionar o menu Ferramentas > Importar Dados (Ver Figura 33).



- Depois de importar corretamente os dados do ERP, o utilizador deve criar uma nova sessão (Menu Ficheiro > Nova Sessão).



Figura 33-Importar dados

- Na barra de navegação do ecrã inicial, seleciona-se a opção *Executar Escalonador* (ver Figura 34).



Figura 34-Barra de Tarefas do Menu Principal

Feito isto é possível visualizar a programação das operações. A Figura 35 mostra um exemplo de um plano de produção e enchimento gerado pelo APS.

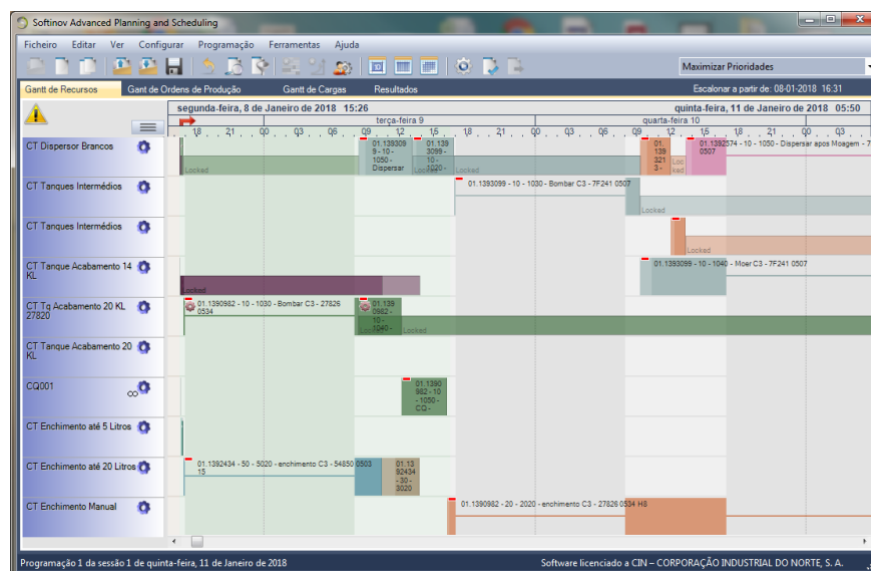


Figura 35-Plano de produção gerado pelo APS

#### 4.4 Testes de protótipo

O desenvolvimento do protótipo do sistema “Softinov APS” teve início aquando do início desta dissertação. Desde essa altura têm-se vindo a realizar reuniões entre os vários intervenientes no projeto, com o objetivo de detetar não conformidades, de as discutir e validar as ações conducentes à sua resolução.

A construção do protótipo consiste num processo contínuo, no qual todos os requisitos da CIN e todo o modelo de negócio são modelados e configurados no sistema, de forma a

representar um modelo fiel do mesmo. No decorrer da construção do protótipo foram detetadas várias não conformidades, levando a inúmeras alterações da versão base do sistema.

Após o desenvolvimento da *interface* de integração e de todas as parametrizações e ajustes necessários foi fornecida, pelo fornecedor do sistema, uma versão protótipo próxima da versão pretendida pela CIN, contemplando várias especificações desenvolvidas à medida da empresa. Este protótipo foi instalado num computador, estando assim acessível para ser submetido a testes de validação.

O objetivo desta fase consistiu em testar o sistema, com a finalidade de se encontrarem eventuais problemas e também de simular vários cenários de programação. Pretende-se assim assegurar a integração da configuração adotada e testar as programações geradas pelo sistema.

Por esse motivo, os testes de validação constituem uma atividade crítica no projeto de implementação de um sistema deste tipo.

Para garantir a fiabilidade dos testes efetuados, foram adotados os seguintes procedimentos:

- Definição antecipada do método de teste a utilizar e das diferentes etapas do teste, dados necessários e resultados esperados;
- Simulação de programações reais, utilizando dados reais;
- Análise crítica e cuidada dos resultados;
- Documentação de todos os testes, com ênfase nos problemas detetados.

Assim sendo, antes de dar início aos testes, foi definida a técnica a utilizar, e após estudar as várias técnicas existentes, chegou-se à conclusão que a mais adequada seria a técnica de Caixa Preta, uma vez que os testes vão consistir na análise dos *outputs* gerados pelo sistema. Adicionalmente foram previamente definidos todos os casos que se pretendiam testar.

Após a definição dos casos a testar, os testes foram executados, fazendo-se “*print screen*” de todos os ecrãs visualizados sempre que surgia um problema. Sempre que um problema era detetado era comunicado à Softinov, através do envio do *report* de erros atualizado e dos ficheiros do programa relativos àquela sessão de programação. A Figura 36 mostra o *template* utilizado para documentar os problemas encontrados.


ID: 96	ERRO: Alocação de operações ao Centro de trabalho 23504 sem respeitar a restrição de cor.	22-11-2017
		
<b>Frequência:</b> Sempre		
<b>Descrição:</b> No CT 23504 (Tq Acabamento para 27820), parametrizado como exclusivo para produtos com cor "preto", estão a ser alocadas operações de moagem de produtos brancos e transparentes.		
<b>Consequências Operacionais:</b> Solução apresentada pelo APS incorreta		
<b>Proposta:</b> Respeitar as restrições de cor e CT alternativos oriundos do interface.		
<b>ESTADO:</b>		PORRESOLVER

Figura 36 – *Template* utilizado para documentar um problema encontrado

Os testes ao protótipo foram uma das etapas com maior importância para este projeto. Os testes efetuados podem ser divididos em dois grupos:

- Testes à ligação à *interface* entre sistemas: o objetivo destes testes consistiu em testar a ligação do APS à *interface* de integração entre sistemas. Na realização destes testes foram detetados alguns erros, que impediam o funcionamento do sistema, os quais foram prontamente resolvidos pela equipa de IT;
- Testes de validação das programações geradas: o objetivo destes testes foi verificar se o sistema estava a programar corretamente, isto é, se estava a fazer corretamente a alocação das operações aos recursos, se o sequenciamento das OF estava correto e se as prioridades estavam bem definidas, entre outros.

Na realização destes testes foram encontrados vários problemas, os quais foram devidamente documentados e analisados.

No Anexo D podem ser visualizados os vários problemas encontrados durante a execução dos testes de validação do protótipo.

## 5 Conclusão e perspectivas de trabalhos futuros

O presente projeto de dissertação em ambiente empresarial, desenvolvido na empresa Corporação Industrial do Norte S.A. (CIN), surge no âmbito de um projeto de renovação tecnológica levado a cabo pela empresa, denominado de CIN Maia REVAMP. O CIN Maia REVAMP tem como principal objetivo a otimização da produção. Com este objetivo em mente, adquiriu-se e implementou-se uma ferramenta de programação avançada da produção.

Numa fase inicial foi efetuado o levantamento do funcionamento do setor de programação da produção, tendo sido identificados problemas e constrangimentos relacionados com o escalonamento da produção. De seguida, foram efetuadas todas as parametrizações/ajustes necessárias para a implementação do sistema, incluindo o desenvolvimento de uma *interface* de comunicação entre os diferentes sistemas, bem como a parametrização dos centros de trabalho, identificando as restrições de tecnologia e capacidade. Posteriormente, foram realizados ajustes do rendimento teórico das operações.

Assim que todos os ajustes/parametrizações necessários para o desenvolvimento do SI foram realizados, procedeu-se à instalação num computador da CIN de uma versão protótipo do sistema, de modo a dar início aos testes de validação.

Na fase de testes de validação foi utilizada a técnica de caixa preta que consiste na análise dos *outputs* gerados pelo programa e na comparação destes com o que era esperado. No decorrer destes testes foram encontrados vários erros que foram analisados, documentados e enviados ao responsável para proceder à sua correção.

A presente dissertação em ambiente empresarial tinha como objetivo inicial proceder à implementação do sistema numa fábrica piloto. No entanto, a duração estabelecida para o projeto não possibilitou a completa implementação do sistema, pois a implementação de uma ferramenta deste tipo implica um tempo considerável até estar implementada e estabilizada. Além disso, ocorreram vários atrasos por parte do fornecedor do *software* e da equipa de IT da CIN o que não permitiu completar a implementação do sistema.

No entanto, com o trabalho desenvolvido foi possível verificar as grandes vantagens que este sistema proporcionará à empresa quando completamente implementado, como uma melhor visão sobre o estado da fábrica, uma mais eficiente utilização da capacidade dos recursos, especialmente do recurso homem, entre outros.

Uma vez que a duração do projeto não possibilitou a completa implementação do sistema, as propostas para desenvolvimento de trabalho futuro são:

- Continuação da validação das programações geradas pelo sistema;
- Identificação de aspetos a melhorar;
- Formação do utilizador final;
- *Go-live*;
- *Roll out* para as restantes unidades fabris da CIN Maia.

## Referências

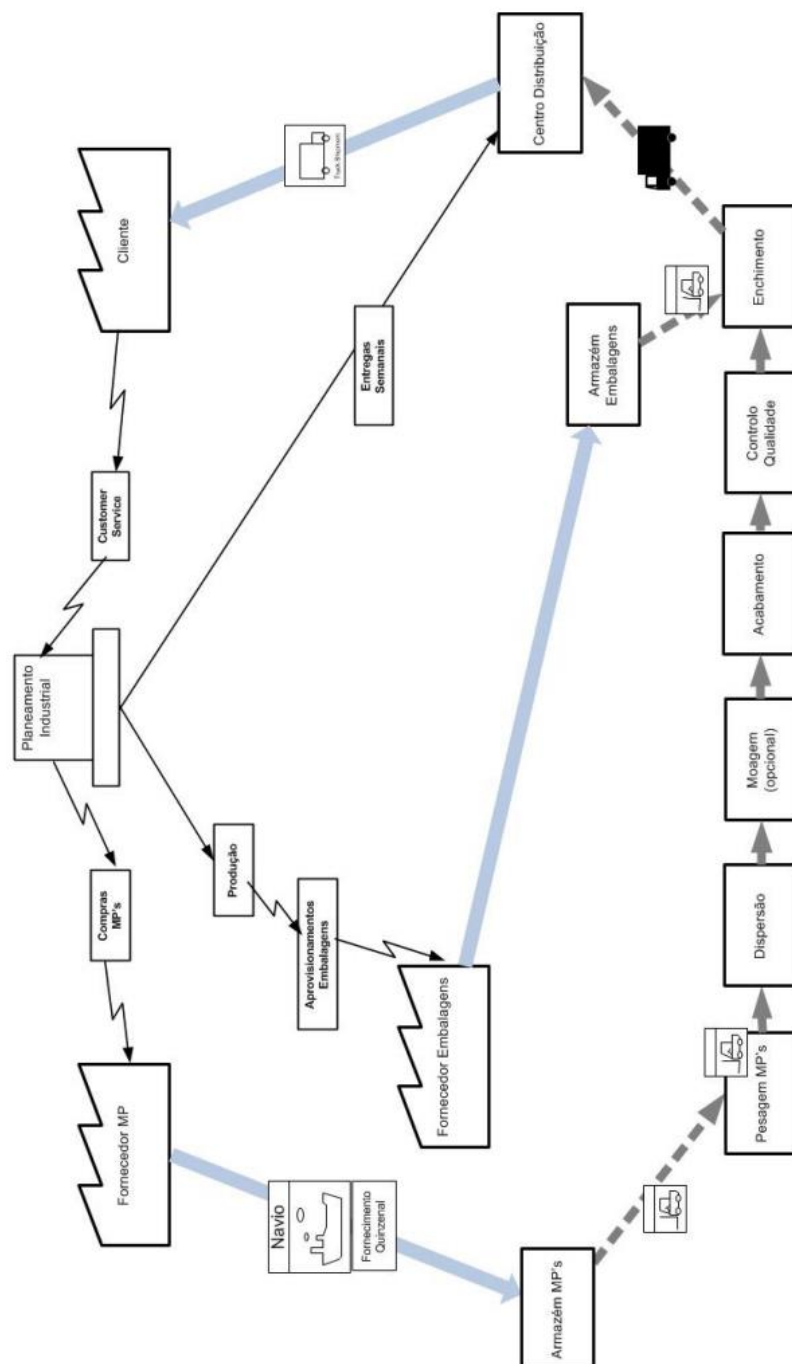
- Al-Tahat, Mohammad D., e Khaled M. Bataineh. 2012. «Statistical analyses and modeling of the implementation of agile manufacturing tactics in industrial firms». *Mathematical Problems in Engineering* 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/731092>.
- Baker, K R. 1974. *Introduction to sequencing and scheduling*. Wiley.
- Bidgoli, H. 2004. *The Internet Encyclopedia, Volume 3 (P - Z)*. The Internet Encyclopedia. Wiley.
- Board, IEEE Standards. 1990. «IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology». *IEEE Std 610.12-1990*. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.1990.101064>.
- Botelho De Sousa, Thales, Carlos Eduardo, Soares Camparotti, Fábio Müller Guerrini, Adauto Lucas, Da Silva, e Walther Azzolini Júnior. 2014. «AN OVERVIEW OF THE ADVANCED PLANNING AND SCHEDULING SYSTEMS». *INDEPENDENT JOURNAL OF MANAGEMENT & PRODUCTION (IJM&P)*. <https://doi.org/10.14807/ijmp.v5i4.239>.
- Browne, Jimmie, John Harhen, e J Shivnan. 1996. *Production Management Systems: An Integrated Perspective*. Addison-Wesley Publishing Company.
- Carlos, Luís, e Magalhães Pires. 2004. «Desenvolvimento de um sistema de planeamento e controlo da produção para empresas distribuídas virtuais».
- Chung, Sheng-Luen, e MuDer Jeng. 2002. «Manufacturing execution system (MES) for semiconductor manufacturing». Em *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 4:5 pp. vol.4. <https://doi.org/10.1109/ICSMC.2002.1173220>.
- Control, ESA Board for Software Standardisation and. 1995. «Guide to Software Verification and Validation». <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.1994.121430>.
- Courtois, A, C Martin-Bonnefois, M Pillet, e H Costa. 1997. *Gestão da produção*. 4.a Edição. LIDEL.
- Davenport, Thomas. 1998. *Putting the Enterprise in the Enterprise System*. *Harvard business review*. Vol. 76.
- Eck, Marjolein van. 2011. «Advanced Planning and Scheduling: Is logistics everything? A research on the use(fulness) of advanced planning and scheduling systems.». *Production Planning & Control* 22 (8):800–808. <https://doi.org/10.1080/09537287.2010.543563>.
- Entrup, M L. 2005. *Advanced Planning in Fresh Food Industries: Integrating Shelf Life into Production Planning*. Contributions to Management Science. Physica-Verlag HD.
- Faé, Cristhiano, e Alexandre Erhart. 2005. «A introdução de ferramentas APS nos sistemas de Planeamento , Programação e Controle da Produção». *ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 25, 2005, Porto Alegre. *Anais ENEGEP/Proceedings ICIEOM*, n. 2003:9–16.

- Geary, Steve, e Winn Shawn. 2005. «Remember APS?»
- Gelperin, David, e Bill Hetzel. 1988. *The growth of software testing. Communications of the ACM*. Vol. 31. <https://doi.org/10.1145/62959.62965>.
- Hopp, W J, e M L Spearman. 2001. *Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management*. McGraw-Hill International Editions: Management & Organization Series. Irwin/McGraw-Hill.
- Ivert, Linea Kjellsdotter, e Patrik Jonsson. 2011. «Problems in the onward and upward phase of APS system implementation: Why do they occur?» *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 41 (4). Emerald:343–63. <https://doi.org/10.1108/09600031111131922>.
- Kumar, S A, e N Suresh. 2006. *Production And Operations Management*. New Age International (P) Limited.
- Moreira, D A. 2008. *Administração da produção e operações*. Cengage Learning.
- Motiwalla, L F, e J Thompson. 2009. *Enterprise Systems for Management*. Management information systems / Prentice Hall. Pearson Prentice Hall.
- Musselman, K, J O'Reilly, e S Duket. 2003. *The role of simulation in advanced planning and scheduling*. <https://doi.org/10.1109/WSC.2002.1166474>.
- Myers, G J, C Sandler, T Badgett, e T M Thomas. 2004. *The Art of Software Testing*. Business Data Processing: A Wiley Series. Wiley.
- Nidhra, S. 2012. *Black Box and White Box Testing Techniques - A Literature Review. International Journal of Embedded Systems and Applications*. Vol. 2. <https://doi.org/10.5121/ijesa.2012.2204>.
- Orlicky, J, e George Plossl. 1994. *Orlicky's Material Requirements Planning*. McGraw-Hill Companies, Incorporated.
- Pittman, P, J H Blackstone, e J B Atwater. 2016. *APICS Dictionary, 15th Edition*. APICS.
- Porter, J.K., P. Jarvis, D. Little, J. Laakmann, C. Hannen, e M. Schotten. 1996. «Production planning and control system developments in Germany». *International Journal of Operations & Production Management* 16 (1). MCB UP Ltd:27–39. <https://doi.org/10.1108/01443579610106346>.
- Pressman, R S. 2009. *Engenharia de Software - 7.ed.*. McGraw Hill Brasil.
- Rashid, Mohammad, Liaquat Hossain, e Jon David Patrick. 2002. «The evolution of ERP Systems: A historical perspective». *The Evolution of ERP Systems: A Historical Perspective*, 1–16. <https://doi.org/10.4018/978-1-931777-06-3>.
- Saenz de Ugarte, B, A Artiba, e R Pellerin. 2009. «Manufacturing execution system – a literature review». *Production Planning & Control* 20 (6). Taylor & Francis:525–39. <https://doi.org/10.1080/09537280902938613>.
- Salvendy, G. 2001. *Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management*. A Wiley-Interscience publication. Wiley.
- Skinner, W. 1984. *The Taming of Lions: How Manufacturing Leadership Evolved, 1780-1984*. Research paper, 75th anniversary colloquium series. Division of Research, Harvard Business School.
- Slack, N, S Chambers, e R Johnston. 2002. *Administração da produção*. Atlas.
- Society, IEEE Computer. 2005. «IEEE Standard for Software Verification and Validation». *IEEE Std 1012-2004 (Revision of IEEE Std 1012-1998)*.

<https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2005.96278>.

- Sommerville, I. 2007. *Software Engineering*. International computer science series Software engineering. Addison-Wesley.
- Sommerville, I, S S S Melnikoff, R Arakaki, e E de Andrade Barbosa. 2008. *Engenharia de software*. ADDISON WESLEY BRA.
- Stadtler, H, e C Kilger. 2004. *Supply Chain Management and Advanced Planning: Concepts, Models, Software and Case Studies*. Springer Berlin Heidelberg.
- Vollmann, T E, W L Berry, e D C Whybark. 1997. *Manufacturing Planning and Control Systems*. Irwin/McGraw-Hill.
- Wallace, T F, e M H Kremzar. 2001. *ERP: Making It Happen: The Implementers' Guide to Success with Enterprise Resource Planning*. The Oliver Wight Companies. Wiley.
- Williams, Laurie. 2006. «Testing Overview and Black-Box Testing Techniques». <https://doi.org/10.1109/32.87284>.

## ANEXO A: Representação Esquemática do Processo Produtivo da CIN





**ANEXO B: Nomenclatura Utilizada no *Software* Softinov APS**

<b>CONCEITO</b>	<b>DEFINIÇÃO</b>
<b>Ordem de fabrico (OF)</b>	Conjunto de instruções para o fabrico de uma certa quantidade de um determinado artigo, num intervalo de datas. É normalmente composto por uma gama operatória e por uma lista de componentes.
<b>Ordem de Enchimento (OE)</b>	Conjunto de instruções para o enchimento de uma certa quantidade de um determinado artigo, num intervalo de datas. É normalmente composto por uma gama operatória e por uma lista de componentes.
<b>Operação</b>	Cada um dos trabalhos necessários para a produção de um artigo. As operações são executadas nos recursos.
<b>Recurso</b>	Equipamento onde as operações são executadas. Pode ser uma máquina, uma linha de enchimento, etc.
<b>Recurso Principal</b>	Recurso ao qual estão associados sub-recursos.
<b>Recurso Alternativo</b>	Cada um dos recursos onde se pode executar uma operação em alternativa ao recurso inicialmente previsto. Pode implicar tempos de execução, tempos de preparação e ferramentas diferentes.
<b>Sub-recursos</b>	Restringe o funcionamento de um ou vários recursos principais. Por exemplo: operários.
<b>Centro de Trabalho</b>	Estrutura onde se encontra um ou vários recursos ou sub-recursos.
<b>Calendário</b>	Consiste numa representação temporal agrupada em dias, semanas, meses e anos. Um calendário é atribuído a um ou mais recursos e é neste período de tempo que se realiza a planificação.

<b>Característica</b>	São classificações que se podem associar aos artigos e que podem influenciar os tempos de preparação ( <i>setup time</i> ) de determinadas operações. As características podem estar associadas a uma série crescente lógica, mensurável através de uma matriz designada de Matriz de Transições.
<b>Matriz de Transições</b>	Tabela com a variação dos tempos de preparação para a transição entre cada um dos pares de valores, das diferentes combinações possíveis, de uma característica.
<b>Alteração de Capacidade</b>	Tem a ver com a variação da capacidade produtiva que pode ocorrer num determinado período de tempo num dado recurso. Tanto pode acontecer através do aumento como da diminuição do número de componentes que intervêm num determinado recurso.
<b>Gama Operatória</b>	Sequência de operações com vista à produção de um artigo.
<b>Gargalo</b>	Recurso crítico que convém controlar porque a sua gestão depende diretamente da capacidade produtiva, atuando como um funil no processo produtivo.
<b>Rendimento</b>	É o rácio entre a produção real e a produção teórica de um recurso.
<b>Lead time</b>	Tempo decorrido desde o início da primeira operação até ao fim da última operação
<b>Tempo de Espera</b>	Tempo entre o final de uma operação de uma OF e o início de outra.
<b>Tempo de Execução</b>	Tempo que uma operação demora a ser executada num recurso, para uma OF.
<b>Tempo de Inatividade</b>	Tempo durante o qual não há produção, embora pudesse haver.
<b>Tempo de Paragem</b>	Tempo durante o qual não pode haver produção.
<b>Tempo de Preparação</b>	É o tempo que se demora a preparar um recurso para se realizar uma operação para uma OF. Este tempo pode variar em função da característica da operação da última ordem de fabrico executada nesse recurso.
<b>Tempo de Produção</b>	É a soma entre o tempo de preparação e o tempo de execução de uma operação para uma OF.

<b>Data de Início Possível</b>	Data a partir da qual é possível dar início a uma OF.
<b>Data de fim Requerido</b>	Data até à qual uma OF tem que ser terminada.
<b>Período de Congelamento</b>	Intervalo de tempo, definido pelo Utilizador, a partir da Data de Referência, no qual serão marcadas como Operações Confirmadas todas as que se iniciem nesse período, quando se valida a Programação.
<b>Período de Pré-Visualização</b>	Intervalo de tempo, definido pelo Utilizador, anterior à Data de Referência.
<b>Período de Visualização</b>	Intervalo de tempo compreendido entre o início do Período de Pré-visualização e a maior Data de Fim programada.
<b>Empilhar</b>	Permitir que duas ou mais Operações coincidam, total ou parcialmente, num mesmo recurso num mesmo intervalo de tempo.
<b>Escalonar</b>	Colocar as Operações previamente ordenadas, de acordo com os calendários, horários, paragens, e recursos disponíveis, de maneira a cumprirem, dentro do possível, o critério de otimização selecionado, seguindo uma determinada Regra de Escalonamento.
<b>Planificador</b>	Pessoa responsável pela Planificação; Utilizador do Softinov APS.
<b>Indicadores (KPI)</b>	Valores (em percentagem, dias ou horas) que, no seu conjunto, dão uma imagem do resultado de uma Programação. (KPI: Key Performance Indicator).
<b>Quantidade Lançada</b>	Quantidade registada na OF (quantidade a fabricar do Artigo da OF).
<b>Quantidade Pendente</b>	Quantidade pendente de ser produzida em relação à Quantidade Planificada de uma Operação.
<b>Quantidade Planificada</b>	Quantidade registada na Operação da OF.
<b>Regra de Escalonamento</b>	Regra(s) para se proceder ao Escalonamento das Operações durante a planificação da Programação. Pode ser "Para Diante" ou "Para Trás". Esta(s) será(ão) aplicadas(s) após a Ordenação.

<b>Regra de Ordenação</b>	Regra(s) para se proceder à Ordenação das Operações, durante a planificação da Programação, em função do Critério de Otimização selecionado. Esta(s) será(ão) aplicada(s) antes do Escalonamento.
<b>Sessão</b>	Conjunto de dados (dentro de um Ambiente) que tem como objetivo obter a Planificação mais adequada para uns dados de partida comuns. No caso da Planificação diária, o normal seria ter uma sessão por dia, se for semanal, uma por semana, etc.
<b>Sessão Aberta</b>	Sessão que tem todas a suas Programações com possibilidade de serem validadas.
<b>Sessão Fechada</b>	Sessão cujas Programações já não podem ser validadas, ou porque já tem uma que está validada (e apenas uma), ou porque se decidiu que nenhuma delas deveria ter sido validada.
<b>Sobreposição (Overllaping)</b>	Acontece quando uma Operação é iniciada antes do final da Operação anterior da mesma Ordem de Fabrico, mas em Recursos distintos. Pode ser definida em tempo ou em número de peças.
<b>Capacidade Infinita</b>	Planeamento da produção baseado na capacidade dos recursos sem ter em consideração a Data de Entrega ao cliente fixa
<b>Capacidade Finita</b>	Planeamento da produção baseado na real capacidade dos recursos, tendo em consideração a Data de Entrega ao cliente fixa.

## ANEXO C: Centros de Trabalho Fábrica de Brancos

**CIN**

Projeto APS

### Projeto APS – Armazém C3

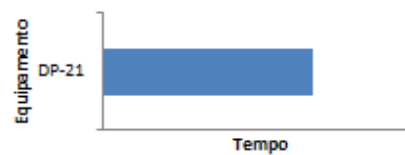
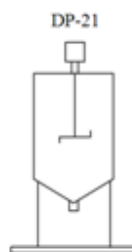
#### 1. Fabricar (10)

Centro de trabalho:

- CT-23500

Recurso:

- Dispersor (CT-23500 → DP-21)



#### 2. Transferência (20)

Centro de trabalho:

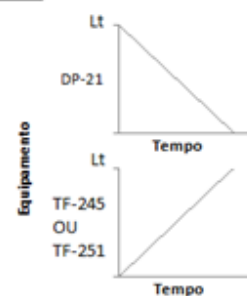
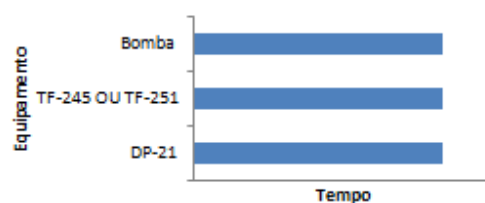
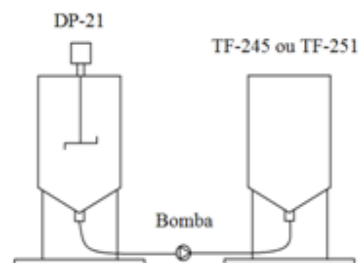
- CT-23500
- CT-23502

Recursos:

- Tanque intermédio (CT-23502 → TF-245 ou TF-251)

Sub-Recursos:

- Dispersor (CT-23500 → DP-21);
- Bomba



## 2. Transferência (20)

### Centros de trabalho:

- CT-23500
- CT-23502

### Recursos:

- Tanque intermédio (CT-23502 -> TF-245 ou TF-251)
- Dispensor (CT-23500 -> DP-21)
- Bomba

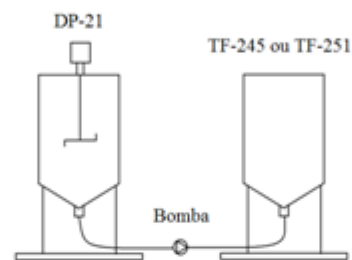


Ilustração 2-Equipamentos utilizados na operação 20.

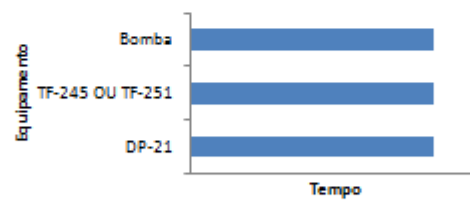


Gráfico 2- Utilização equipamento ~~vs~~ tempo.

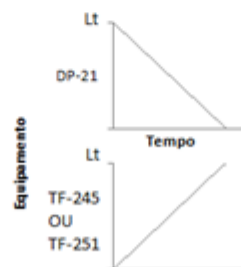


Gráfico 3- Quantidade no tanque ~~vs~~ tempo decorrido.

### 3. Transferência com moagem (30)

#### Centros de trabalho:

- CT-23501
- CT-23503
- CT-23504
- CT-23505

#### Recursos:

- Tanque de acabamento (CT-23503 -> TF-246; CT-23504 -> TF-247; CT-23505 -> TF-248)
- Tanque intermédio (CT-23502 -> TF-245 ou TF-251);
- Bomba;

#### Sub-Recurso:

- Moinho (CT-23501 -> ML-25 e/ou ML-27);

#### 1) 1 Passagem:

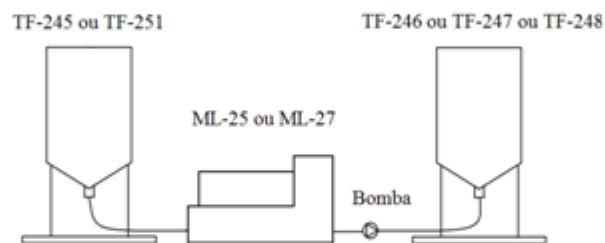


Ilustração 3-Equipamentos utilizados na operação 30 fazendo apenas 1 passagem no moinho.

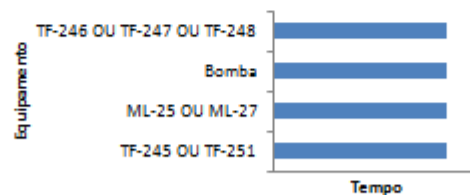


Gráfico 4-Utilização equipamento vs tempo.

2) 2 Passagens:

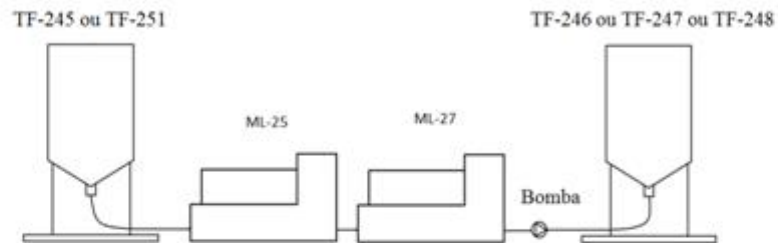


Ilustração 4-Equipamentos utilizados na operação 30 fazendo 2 passagens no moirê.

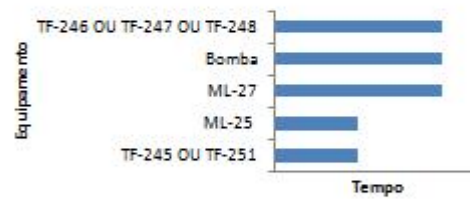


Gráfico 5-Utilização equipamento ao tempo.



#### 4. Acabamento (40)

##### Centros de trabalho:

- CT-23503
- CT-23504
- CT-23505

##### Recurso:

- Tanque de acabamento (CT-23503 -> TF-246; CT-23504 -> TF-247; CT-23505 -> TF-248)

TF-246 ou TF-247 ou TF-248

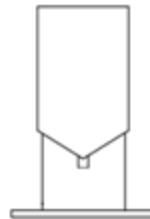


Ilustração 5-Equipamentos utilizados na operação 40.

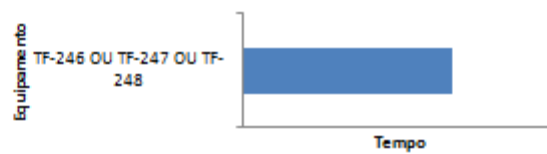


Gráfico 6-Utilização equipamento vs tempo.

#### 5. Controlo-Qualidade (50)

## 6. Enchimento (10)

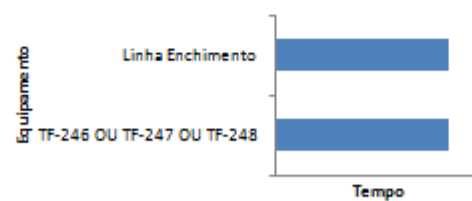
### Centros de trabalho:

- CT-23503
- CT-23504
- CT-23505
- CT-23506
- CT-23507
- CT-2350A

### Recurso:

- Linha de Enchimento (CT-23506 -> ME-29; CT-23507 -> ME-30)
- Linha de Enchimento Manual (CT-23508)
- Tanque de acabamento (CT-23503 -> TF-246; CT-23504 -> TF-247; CT-23505 -> TF-248)
- Filtro Russell (CT-2350A -> BO257)

### 1) Enchimento Automático:



1) Enchimento Manual:

TF-245 ou TF-251

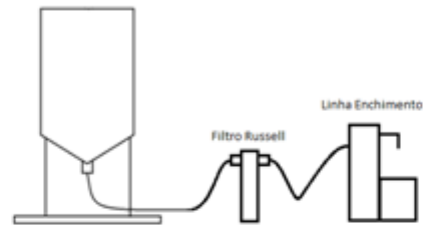


Ilustração 7-Equipamentos utilizados na operação de enchimento manual

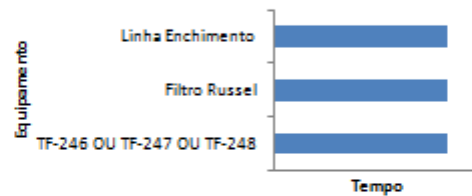


Gráfico 3-Utilização equipamento vs tempo.

## Operações que fazem o Bloqueio/Desbloqueio dos centros de trabalho

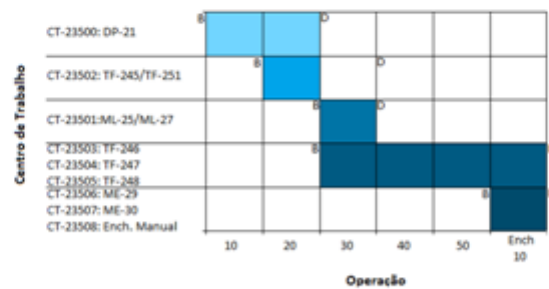


Gráfico 5-Centros de trabalho utilizados nas diferentes operações, indicando também a ação que bloqueia(B)/desbloqueia(D) o CT.

## ANEXO D: Identificação de Erros no Protótipo e Proposta de Melhoria

RECOMENDAÇÃO, PARA CADA ERRO:

1) Opção Ferramentas-> Abrir Pasta Temporária Programacao -> Copiar todos os ficheiros dessa pasta

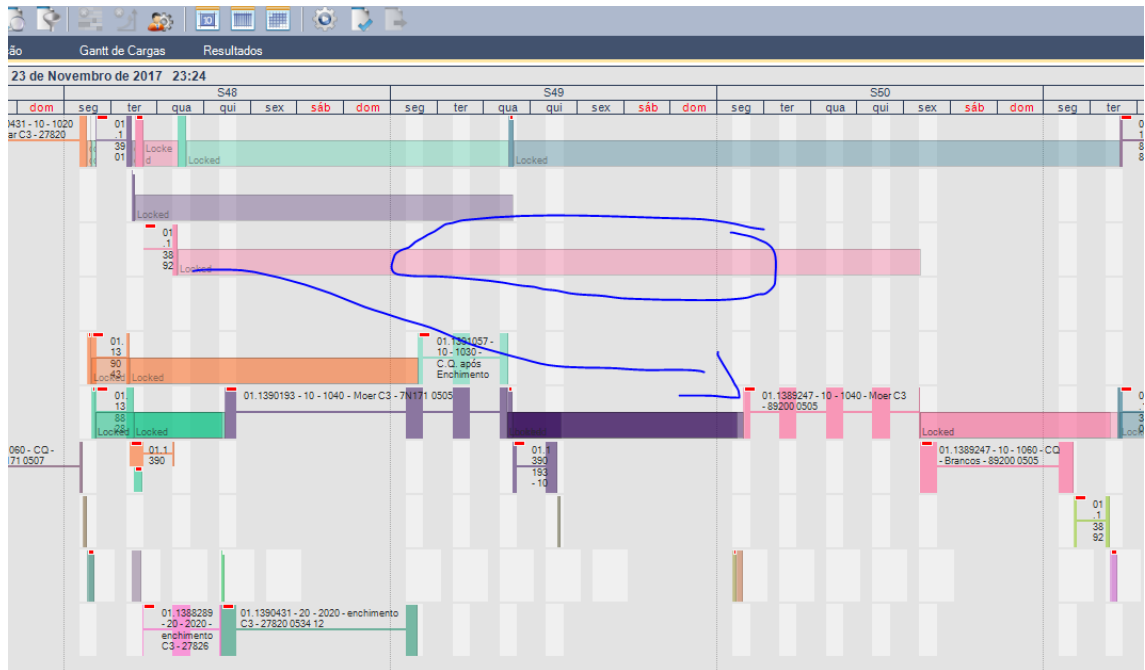
2) Pasta Interface -> copiar ficheiro ret01\_C3.xml e multi\_aps\_erp.xml

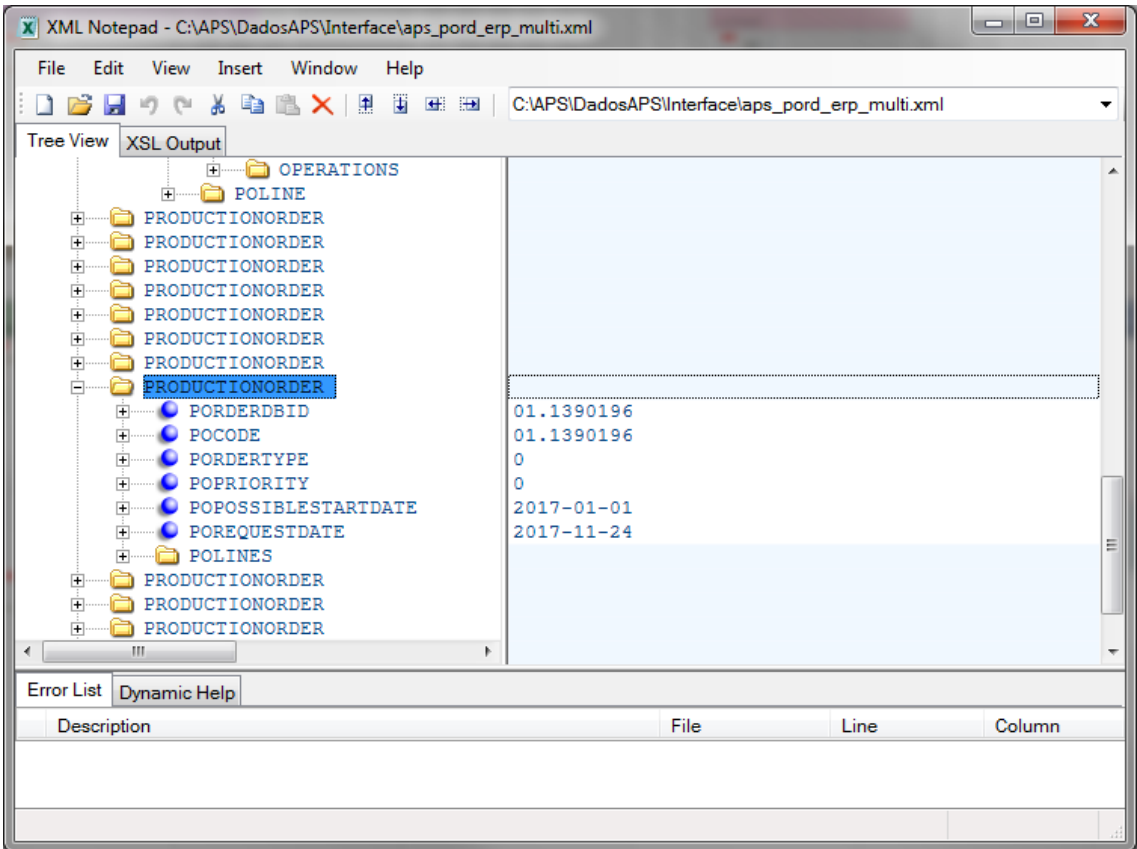
4) Colocar numa pasta zipada com o nome ID\_XX

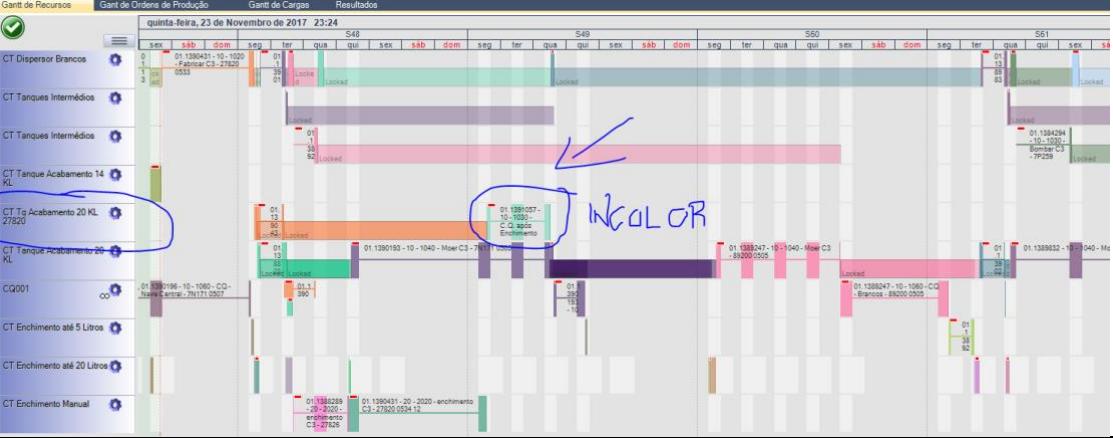
Exemplo:

ID: 87	ERRO: Operações em curso -> bloqueio de tanques	20-11-2017
IMAGEM NÃO DISPONÍVEL		
<b>Frequência:</b> Sempre		
<b>Descrição:</b> Nas operações em curso no início do horizonte os tanques não ficam bloqueados, permitindo o escalonamento de operações de mais do que uma ordem no mesmo recurso.		
<b>Consequências Operacionais:</b> Solução não exequível		
<b>Proposta:</b> Parametrização correcta de todas as operações em curso que poderão bloquear recursos		
<b>ESTADO:</b>		POR RESOLVER

# VERSÃO 1.0

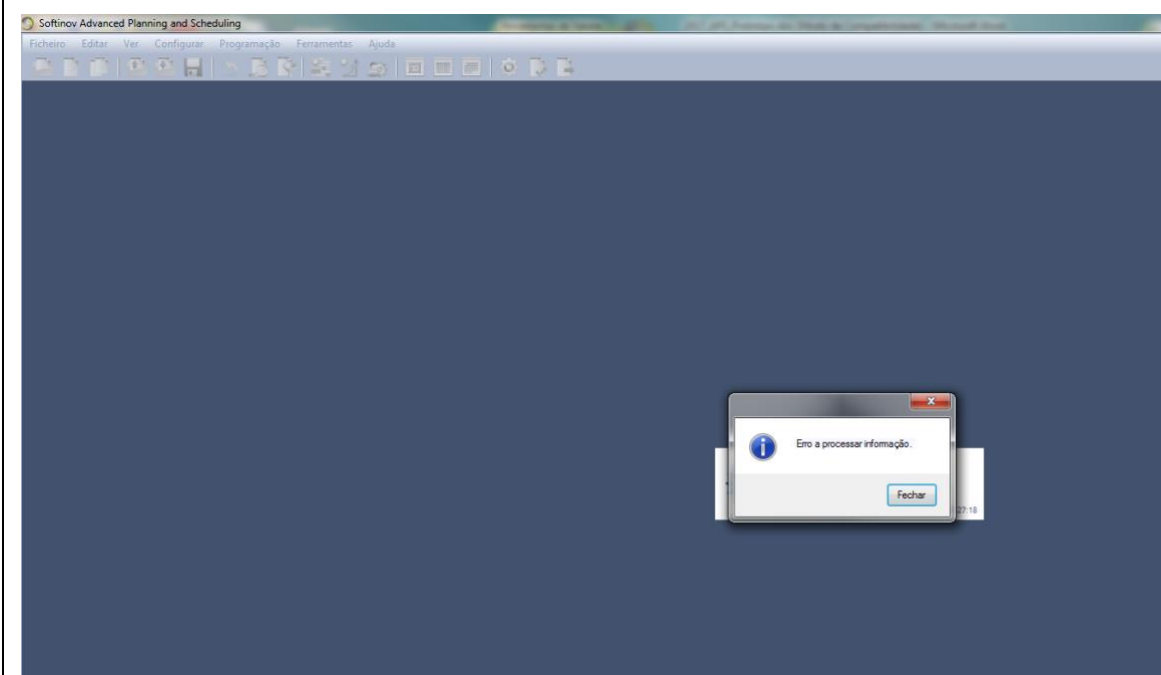
ID: 94	ERRO: Tempo elevado de esperas entre operações.	22-11-2017
INSERIR IMAGEM		
		
<b>Frequência:</b> Sempre		
<b>Descrição:</b> O motor de escalonamento programa operações existindo tempos entre operações sequenciais muito elevados (alguns casos são semanas)		
<b>Consequências Operacionais:</b> Aumento de lead-time de cada fabrico; ocupação de Centros de Trabalho impedindo a execução de outros fabricos alternativos. Possíveis problemas de qualidade (a permanência de um produto demasiado tempo no dispersor e nos tanques pode originar contaminações).		
<b>Proposta:</b> Colocar um tempo máximo ou recomendado entre operações		
<b>ESTADO:</b> Após instalação da versão 1.1 (15-12-2017) a situação permanece.		POR RESOLVER

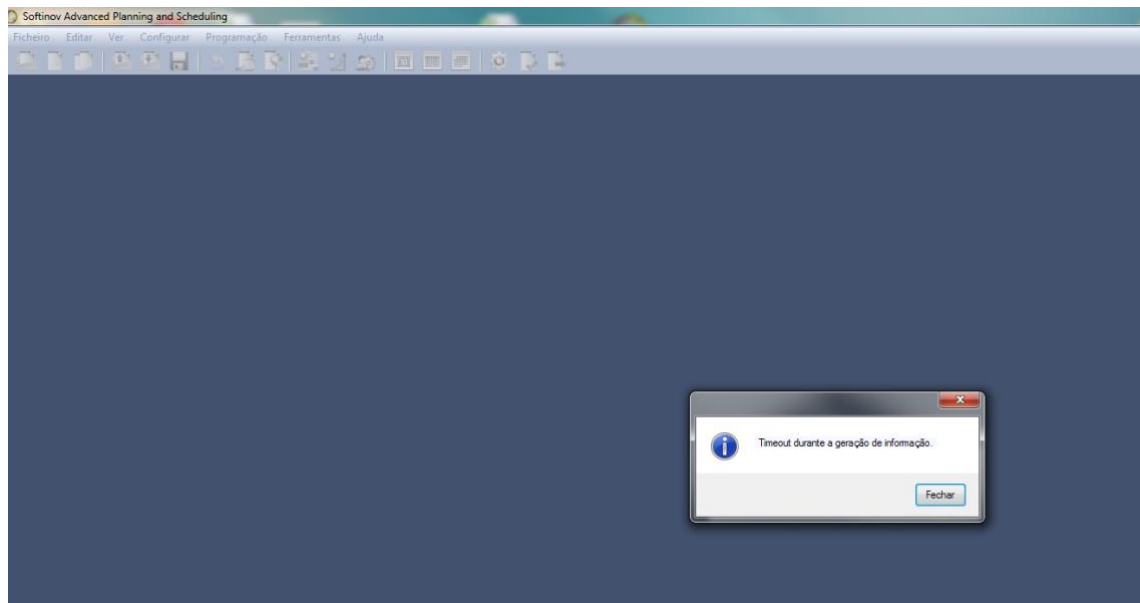
ID: 95	ERRO: Critério de prioridades	22-11-2017
		
<b>Frequência:</b> Sempre		
<b>Descrição:</b> A 1. <sup>a</sup> OF a programar em 23-11-2017 foi a 10 programada pelo APS. A que o APS programou em 1. <sup>o</sup> lugar para o dispersor foi a 18. <sup>a</sup> a selecionar pelo programador. Após consulta do ficheiro xml verificou-se que as prioridades estão todas com o valor 0		
<b>Consequências Operacionais:</b> Solução apresentada pelo APS muito distante da realidade		
<b>Proposta:</b> Colocar a atribuição de prioridades pelo APS a funcionar o quanto antes. Situação provisória: Ordenar prioridades por: 1. <sup>o</sup> data requerida. 2. <sup>o</sup> Net Value		
<b>ESTADO:</b>		POR RESOLVER

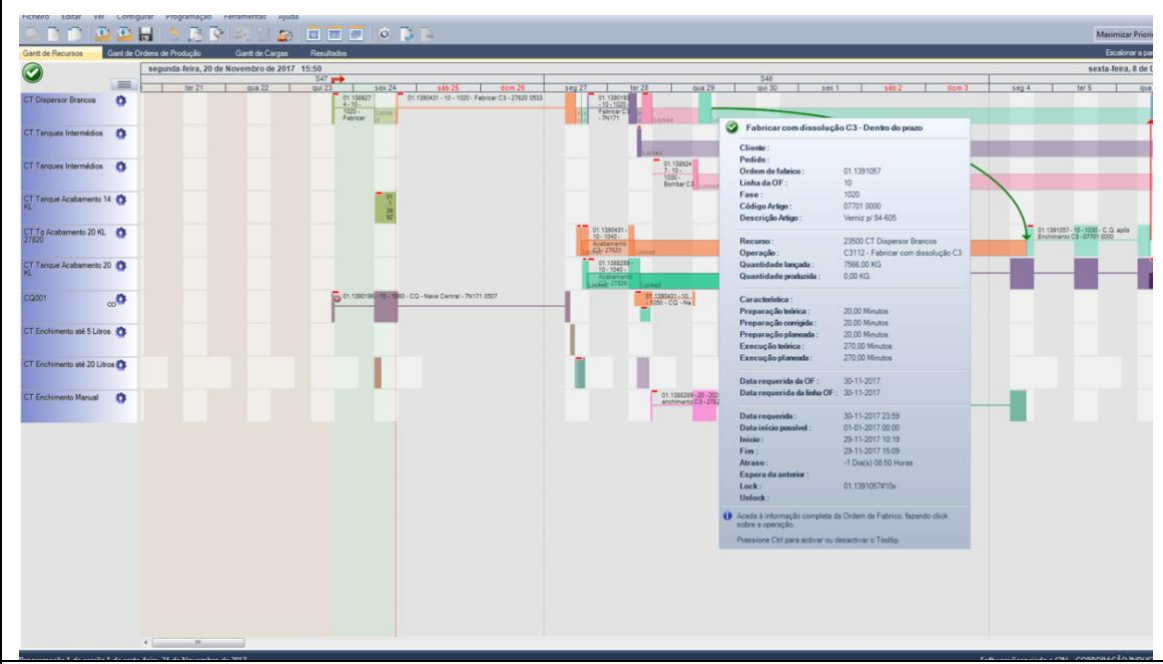
ID: 96	ERRO: Alocação de operações ao Centro de trabalho 23504 sem respeitar a restrição de cor.	22-11-2017
		
<b>Frequência:</b> Sempre		
<b>Descrição:</b> No CT 23504 (Tq Acabamento para 27820), parametrizado como exclusivo para produtos com cor "preto", estão a ser alocadas operações de moagem de produtos brancos e transparentes.		
<b>Consequências Operacionais:</b> Solução apresentada pelo APS incorrecta		
<b>Proposta:</b> Respeitar as restrições de cor e CT alternativos oriundos da interface.		
<b>ESTADO:</b>		POR RESOLVER



ID: 97	ERRO: Ligação ao servidor	23-11-2017
		
<b>Frequência:</b> Pontual		
<b>Descrição:</b> Não conseguiu importar dados do servidor, ao fim de cerca de 40 minutos apresentou os erros visíveis nas imagens em cima.		
<b>Consequências Operacionais:</b> Falta de dados para testar o protótipo		
<p><b>Proposta:</b></p> <p>23-11-2017 Horário Barradas:</p> <p>Parece-nos que algo não está bem do lado do APS, na chamada do webservice. O webservice está dividido em 3 tarefas:</p> <p><b>#1 setApsStartLoad</b> - pedido assíncrono para pedido de início de cálculo Serve para invocar a função de cálculo da informação (processo que demora alguns minutos uma vez que exporta a informação para o middleware e cria as tabelas de interface)</p> <p><b>#2 getApsStatus</b> - pedido síncrono que devolve o estado do cálculo Serve para o APS saber se a tarefa #1 já terminou</p> <p><b>#3 getApsInfo</b> - pedido síncrono que devolve o resultado do cálculo Serve para o APS exportar a informação criada na tarefa #1, assim que a tarefa #2 devolva que já o pode fazer.</p> <p>O que parece é que o APS fica à espera que tudo termine e não precisa. Resumindo, a tarefa #1 é uma ordem de execução e o APS não tem de ficar de forma interactiva à espera que termine. Para saber se já terminou deve invocar a tarefa #2.</p>		
<b>ESTADO:</b> Resolvido por IT CIN		SOLUCIONADO

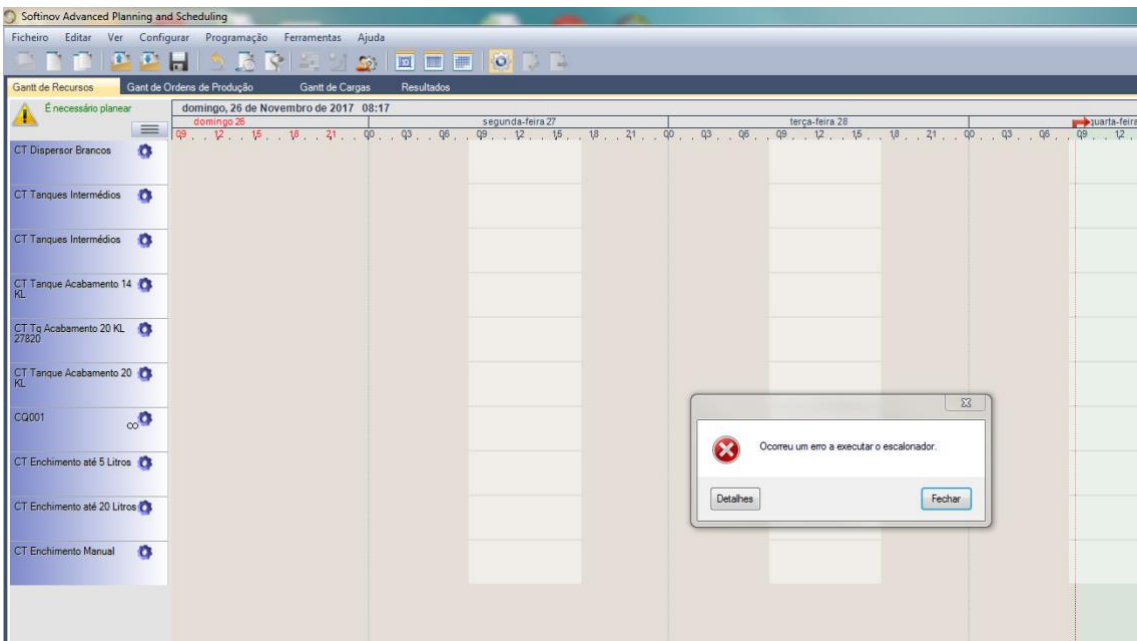
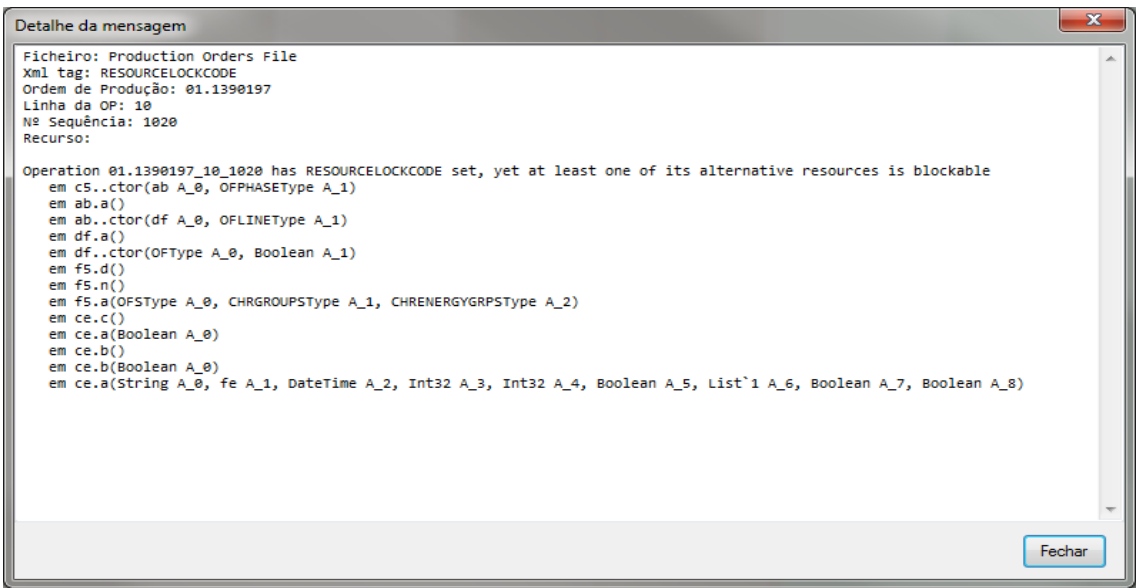
98	ERRO: Erro a processar informação	22-11-2017
		
<b>Frequência:</b> Pontual		
<b>Descrição:</b> Não conseguiu importar dados do servidor, ao fim de cerca de 12 minutos apresentou a mensagem visível na figura anterior. Provavelmente está relacionado com o erro 97		
<b>Consequências Operacionais:</b> Falta de dados para testar o protótipo		
<b>Proposta:</b>		
<b>ESTADO:</b> Resolvido por IT CIN		SOLUCIONADO

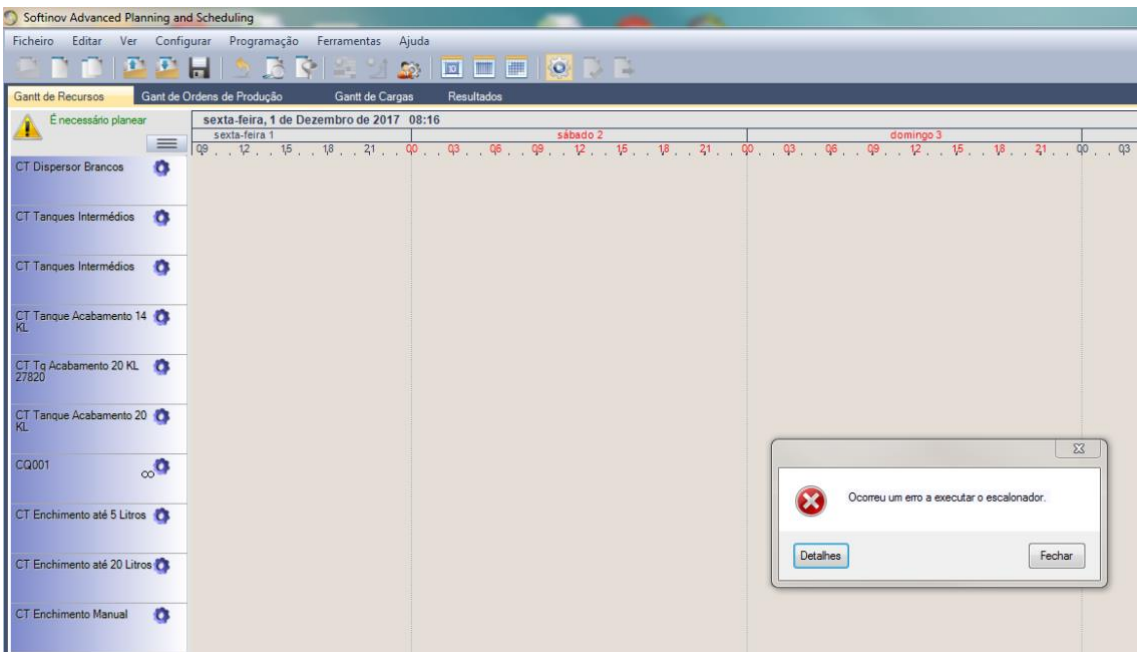
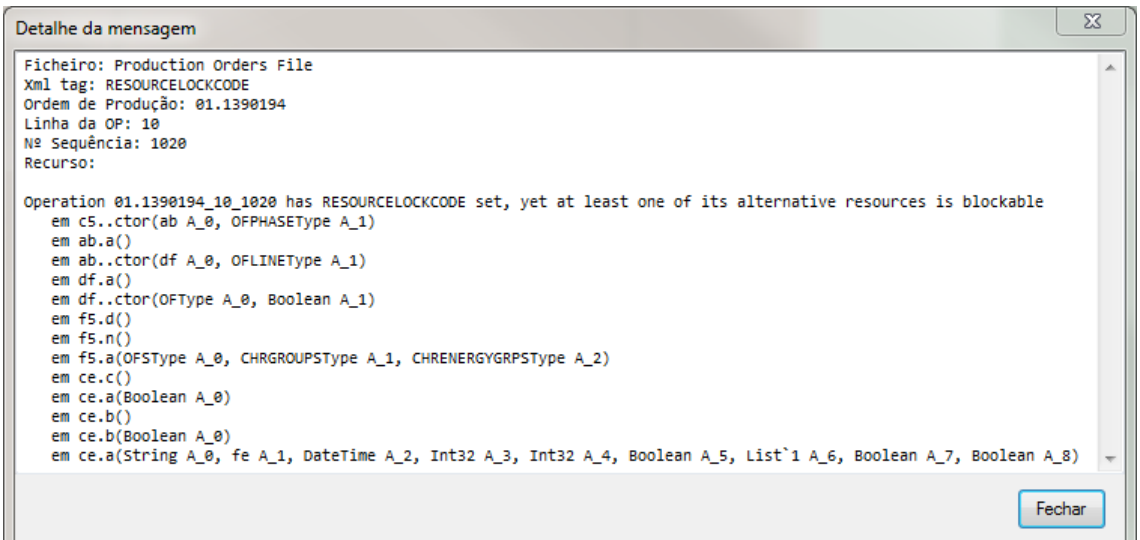
99	ERRO: Timeout durante a geração de informação	22-11-2017
		
<b>Frequência:</b> Pontual		
<b>Descrição:</b> Não conseguiu importar dados do servidor, ao fim de cerca de 40 minutos apresentou a mensagem visível na figura anterior. Provavelmente está relacionado com o erro 97		
<b>Consequências Operacionais:</b> Falta de dados para testar o protótipo		
<b>Proposta:</b>		
<b>ESTADO:</b> Resolvido por IT CIN		SOLUCIONADO

ID: 100	Gamas Operatórias de Produtos Intermédios 07506 0000 e 07701 0000 -> são transferidos para tanques de acabamento	22-11-2017
 <p>The screenshot shows a production planning software interface. The main window displays a Gantt chart with various production tasks represented by colored bars. A pop-up window titled "Fabricar com dissolução C3 - Dentro do prazo" is open, showing details for a specific order. The pop-up window contains the following information:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Cliente:</b> (blank)</li> <li><b>Perfil:</b> (blank)</li> <li><b>Ordem de fabrico:</b> 01 1391057</li> <li><b>Linha de CF:</b> 10</li> <li><b>Fase:</b> 1020</li> <li><b>Código Artigo:</b> 07701 0000</li> <li><b>Descrição Artigo:</b> Vermiz p/ 84-605</li> <li><b>Recurso:</b> 23500 CT Dispensor Brancos</li> <li><b>Operação:</b> C3112 - Fabricar com dissolução C3</li> <li><b>Quantidade lançada:</b> 7968.00 KG</li> <li><b>Quantidade produzida:</b> 6.00 KG</li> <li><b>Características:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Preparação técnica: 20.00 Minutos</li> <li>Preparação montagem: 20.00 Minutos</li> <li>Preparação planeamento: 20.00 Minutos</li> <li>Execução técnica: 270.00 Minutos</li> <li>Execução planeamento: 270.00 Minutos</li> </ul> </li> <li><b>Data requerida de CF:</b> 30-11-2017</li> <li><b>Data requerida do lote CF:</b> 30-11-2017</li> <li><b>Data requerida:</b> 30-11-2017 23:59</li> <li><b>Data início planeado:</b> 01-01-2017 00:00</li> <li><b>Início:</b> 29-11-2017 10:19</li> <li><b>Fim:</b> 29-11-2017 15:09</li> <li><b>Atraso:</b> -1 Dia(s) 05:50 Horas</li> <li><b>Espera da anterior:</b> (blank)</li> <li><b>Lock:</b> 01 1391057410x</li> <li><b>Unlock:</b> (blank)</li> </ul> <p>At the bottom of the pop-up window, there is a note: "Aceda à informação completa do Orden de Fabrico, fazendo click sobre a operação." and a button: "Pressione Cnt para activar ou desactivar o ToolTip."</p>		
<b>Frequência:</b> Pontual		
<b>Descrição:</b> As gamas Operatórias dos Produtos Intermédios 07506 0000 e 07701 0000 não estão de acordo com os roteiros operatórios inseridos no interface		
<b>Consequências Operacionais:</b> Solução APS não exequível		
<b>Proposta:</b>		
<b>ESTADO:</b>		CONCLUIDO

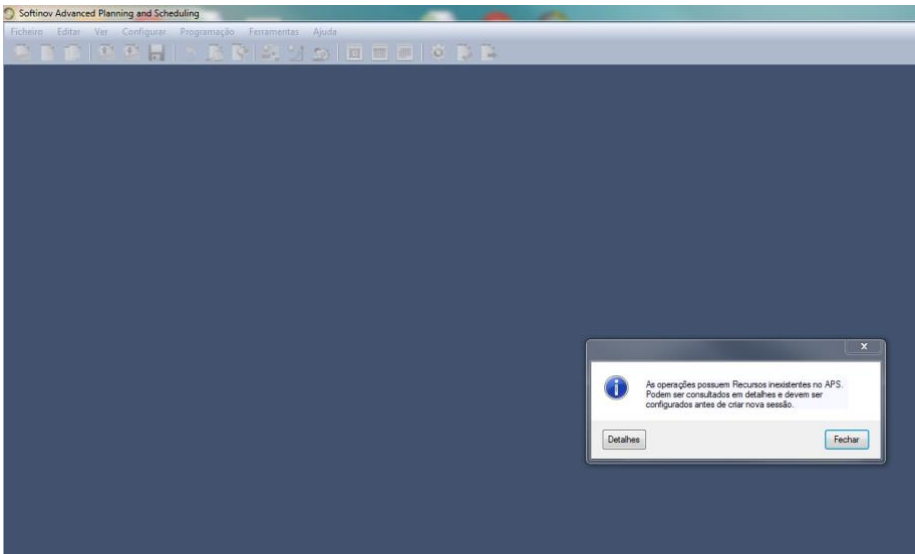
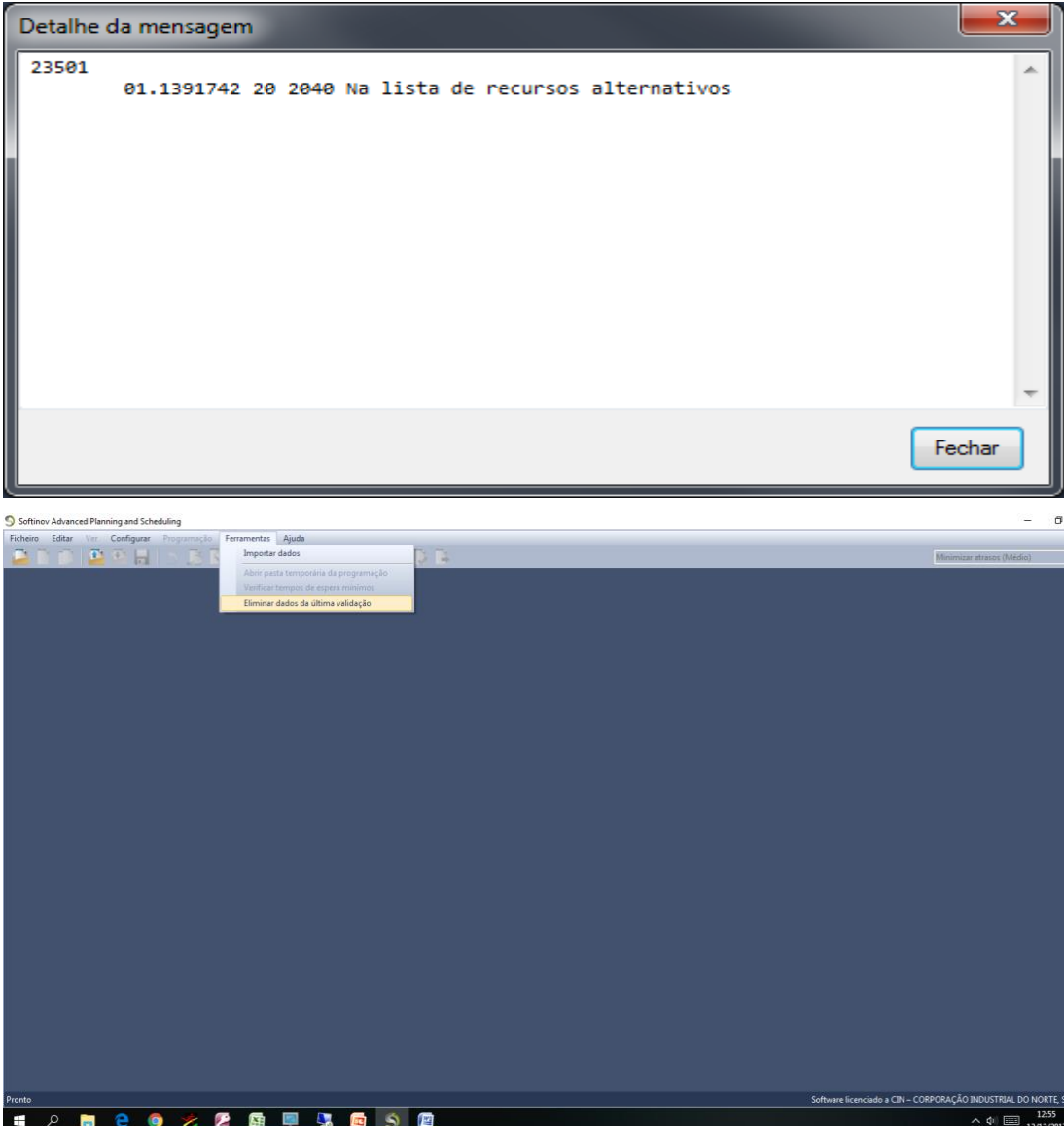
ID: 101	Bloqueio de tanques de acabamento após transferência de produtos intermédios	24-11-2017
		
<b>Frequência:</b> Sempre		
<b>Descrição:</b> Produtos Intermédios 07506 0000 e 07701 0000 após serem transferidos para tanques de acabamento colocam os tanques de acabamento indisponíveis.		
<b>Consequências Operacionais:</b> Solução APS não exequível		
<b>Proposta:</b>		
<b>ESTADO:</b>		CONCLUIDO

ID: 102	Bloqueio de tanques -> Situação inicial	24-11-2017
 <p>1 e 2 bloqueiam ts acabamento</p>		
Frequência: Sempre		
Descrição: Os fabricos em curso com operações programadas e em curso de Controlo de Qualidade e Enchimento deverão sempre bloquear um tanque de acabamento.		
Consequências Operacionais: Solução APS não exequível		
Proposta:		
ESTADO:		CONCLUIDO

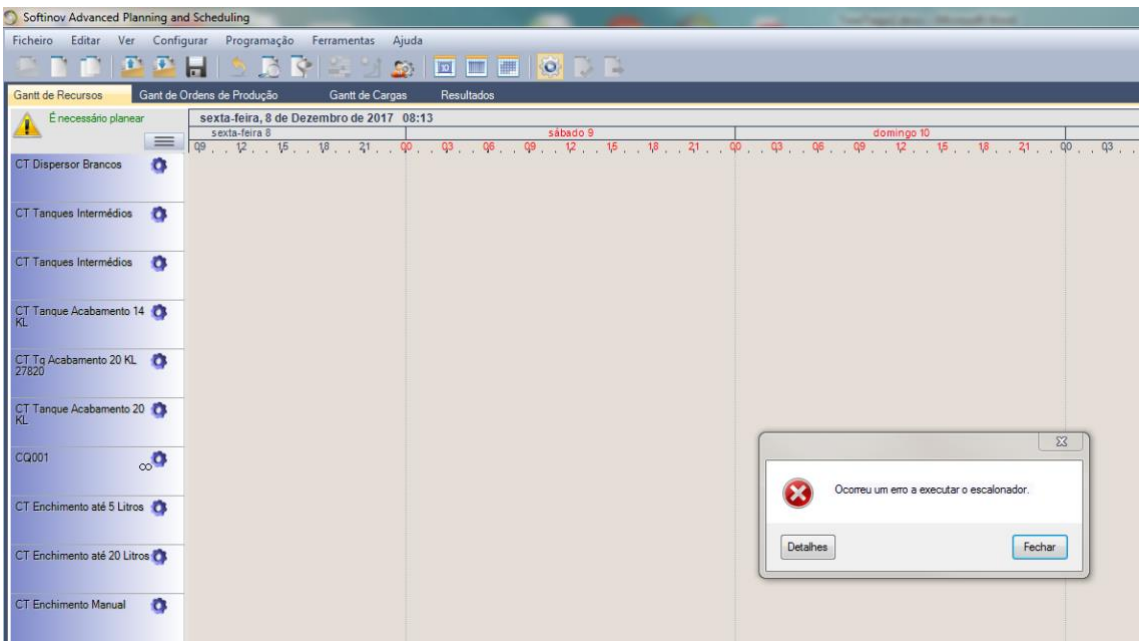
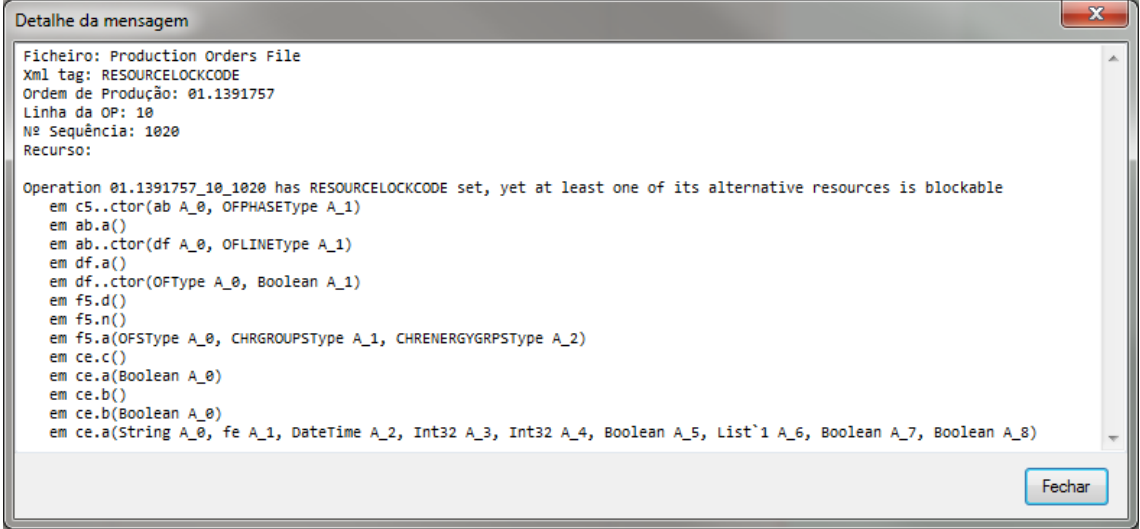
ID: 103	Execução do escalonador	29-11-2017
		
		
<b>Frequência:</b> Pontual		
<b>Descrição:</b> Erro ao executar o escalonador, o problema aparentemente está relacionado com a OF 1390197		
<b>Consequências Operacionais:</b> não é possível gerar programações de modo a testar o programa		
<b>Proposta:</b>		
<b>ESTADO:</b>		CONCLUIDO

ID: 104	Execução do escalonador	04-12-2017
		
		
<b>Frequência:</b> Pontual		
<b>Descrição:</b> Erro ao executar o escalonador, o problema aparentemente está relacionado com a OF 1390194		
<b>Consequências Operacionais:</b> não é possível gerar programações de modo a testar o programa		
<b>Proposta:</b>		
<b>ESTADO:</b>		CONCLUIDO

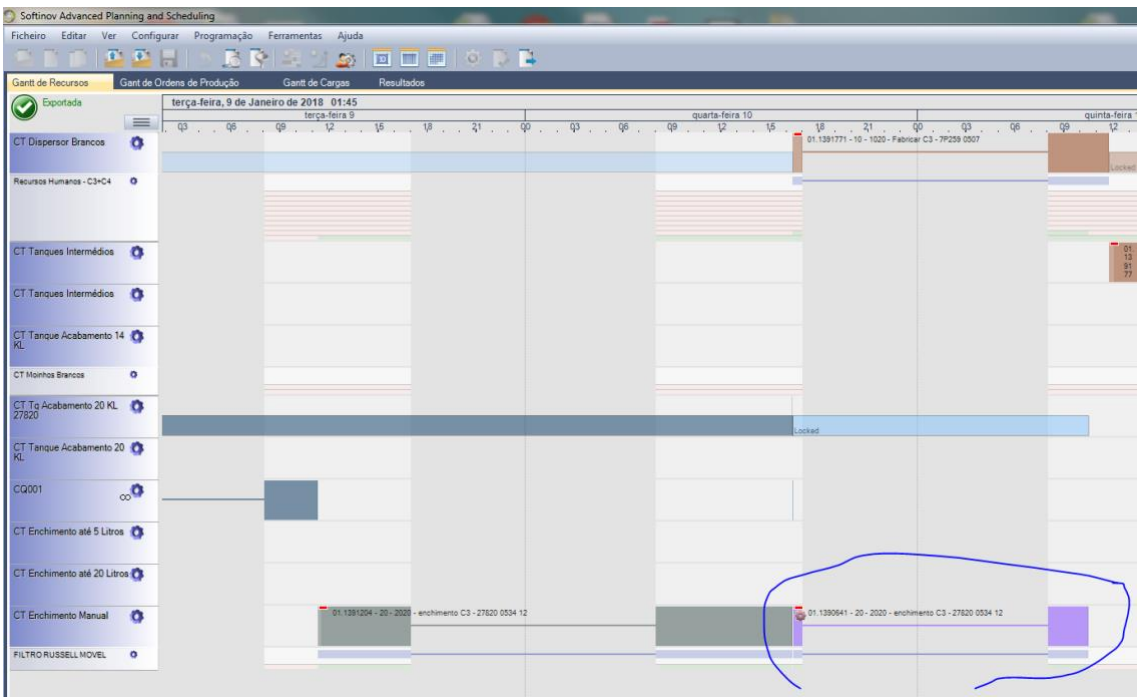


ID: 105	Nova Sessão	04-12-2017
		
		
Frequência: Pontual		

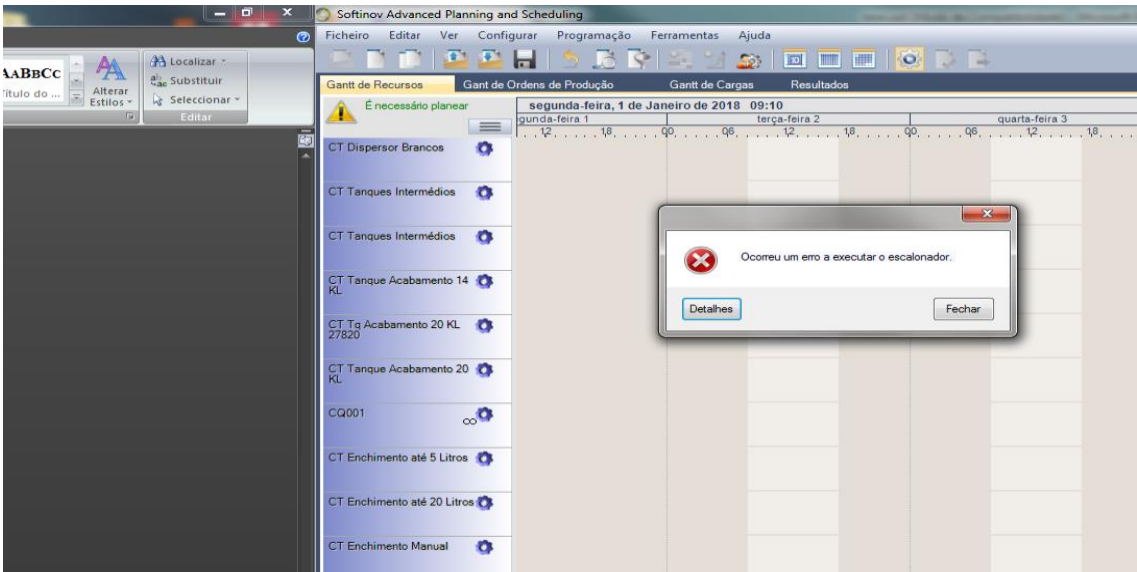
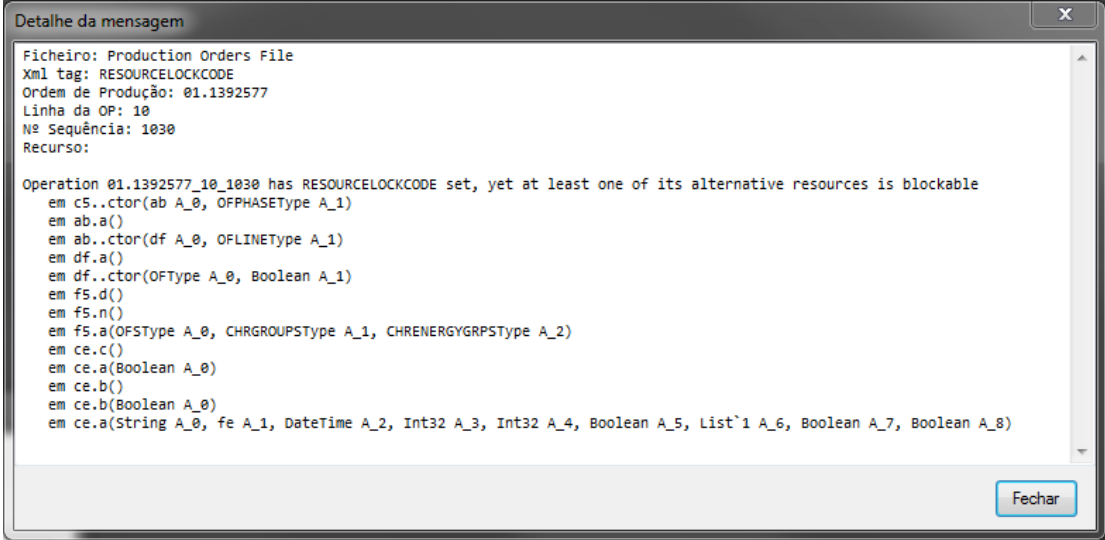
<b>Descrição:</b> Erro ao criar nova sessão, após relacionar o produto intermédio com o fabrico através da POLINE	
<b>Consequências Operacionais:</b> não é possível gerar programações de modo a testar o programa	
<b>Proposta:</b>	
<b>ESTADO:</b>	CONCLUIDO

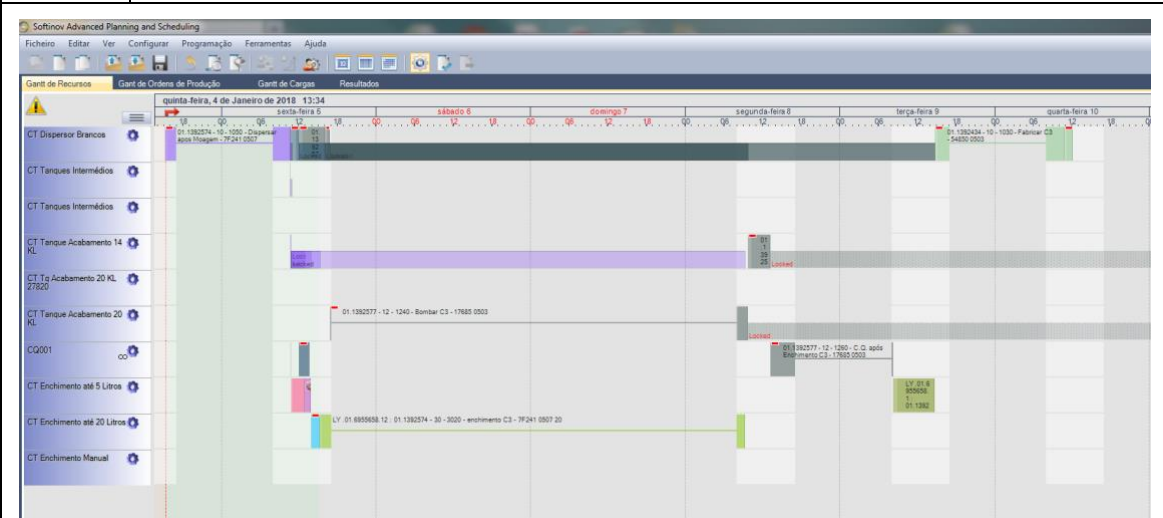
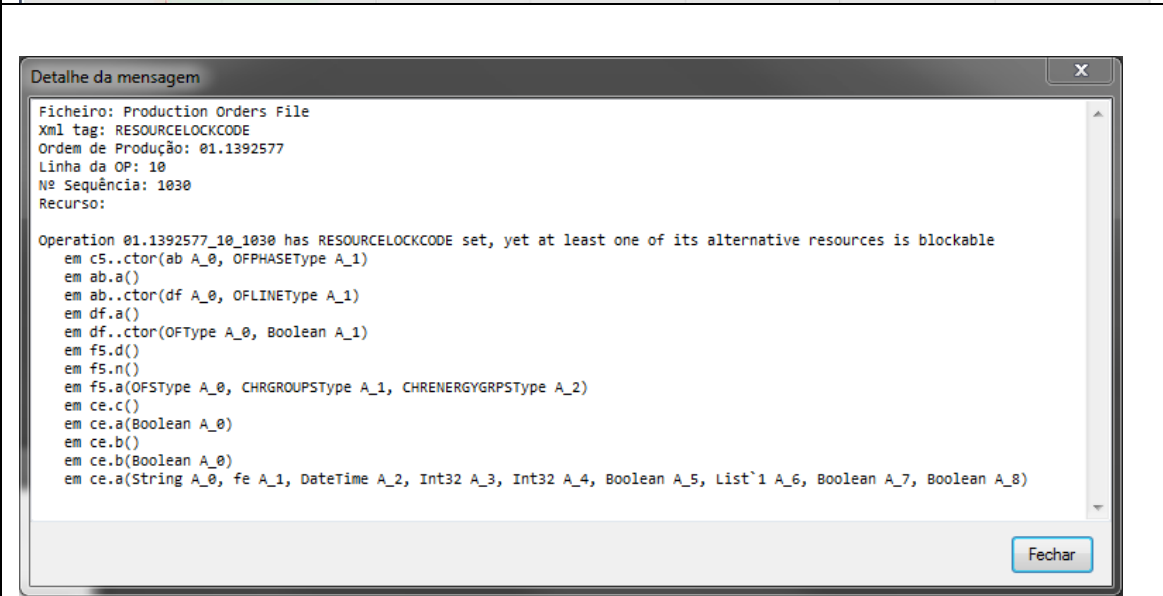
ID: 106	Escalonador	11-12-2017
		
		
<b>Frequência:</b> Pontual		
<b>Descrição:</b> Erro ao executar o escalonador relacionado com a OF 1391757		
<b>Consequências Operacionais:</b> não é possível gerar programações de modo a testar o programa		
<b>Proposta:</b> Detectou-se que a OE 1391757 não tinha OF associada impedindo o correcto funcionamento do programa. Situação regularizada por Ricardo Silva a 12-12-2017 com a anulação da OE no C3 e lançamento no C1 com OF associada.		
<b>ESTADO:</b>		CONCLUIDO

# VERSÃO 1.1

ID: 114	Fabricos em curso	18-12-2017
		
<b>Frequência:</b> Sempre		
<b>Descrição:</b> No APS as operações em curso deveriam aparecer no início do horizonte temporal, o que não está a acontecer.		
<b>Consequências Operacionais:</b>		
<b>Proposta:</b>		
<b>ESTADO:</b>		CONCLUIDO

ID: 116	Bloqueio do Dispensor	03-01-2018
<b>Frequência:</b> Pontual		
<b>Descrição:</b> A OF 1392598 do Produto Intermédio 02240 0000 bloqueia o Dispensor infinitamente, fazendo com que o programa não programe mais fabricos		
<b>Consequências Operacionais:</b>		
<b>Proposta:</b>		
<b>ESTADO:</b>		POR RESOLVER

ID: 117	Escalonador	03-01-2017
		
		
<b>Frequência:</b> Pontual		
<b>Descrição:</b> Erro ao executar o escalonador relacionado com a OF 1392577		
<b>Consequências Operacionais:</b> não é possível gerar programações de modo a testar o programa		
<b>Proposta:</b> Detectou-se que a OF 1392577 não tinha operação de acabamento pelo que o programa não está a conseguir escolher um tanque para enviar o produto		
<b>ESTADO:</b>		CONCLUIDO

ID: 117	Escalonador	04-01-2017
		
		
<b>Frequência:</b> Pontual		
<b>Descrição:</b> Erro ao executar o escalonador relacionado com a OF 1392577		
<b>Consequências Operacionais:</b> não é possível gerar programações de modo a testar o programa		
<b>Proposta:</b> Detectou-se que a OF 1392577 não tinha operação de acabamento pelo que o programa não está a conseguir escolher um tanque para enviar o produto		
<b>ESTADO:</b>		CONCLUIDO